



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

OMAKOTITALOSUUNNITELMA JA ENERGIAATEHOKKUUDEN TUTKIMINEN

TEKIJÄ: Niko Kärkkäinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Niko Kärkkäinen	
Työn nimi Omakotitalosuunnitelma ja energiatehokkuudentutkiminen	
Päiväys 25.5.2018	Sivumäärä/Liitteet
Ohjaaja(t) Antti Korpinen, lehtori ja Ville Kuusela, lehtori	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Unto Kärkkäinen	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella omakotitalo tai paritalo Kuopion Hiltulanlahteen. Aiheeseen päädyttiin, kun olin keskustellut tilaajan kanssa hänen omistamastaan tontista ja siitä miten tätä hyödynnettäisiin. Toiveena oli saada piirustukset omakotitalolle kokonaisuudessaan ja paritalolle pohjaratkaisu ja näiden pohjalta vertailla kustannuksia ja kannattavuudesta. Piirustusten lisäksi tavoitteena oli tutkia miten rakennuksesta saataisiin mahdollisimman energiatehokas.</p> <p>Työ aloitettiin suunnittelemalla tontille omakotitalo ja paritalo omina piirustuksinaan. Tähän käytettiin pääasiassa ArchiCad-ohjelmistoa ja kuvien viimeistelyyn AutoCad-ohjelmistoa. Kun kuvat olivat valmiit, niiden pohjalta laadittiin valmiisiin laskupohjiin ja Excel-tiedostoon tarkastelu U-arvosta, lämmitysjärjestelmästä, E-luvusta ja kustannuksista.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin aikaiseksi rakennuspiirustukset, E-luku laskelmat, lämmitysmuotovertailu ja kustannusarvio omakotitalon ja paritalon rakennuskustannuksista ja hankkeen kannattavuudesta. Tätä tutkimustulosta voi hyödyntää muissakin rakennuskohteissa esimerkiksi puurunkoisessa rivitalossa.</p>	
Avainsanat Rakennussuunnitelma, Energiatehokkuus, E-luku, Kustannusarvio	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Building and Structural Engineering			
Author(s) Niko Kärkkäinen			
Title of Thesis Building Plan and Research on Energy Efficiency			
Date	May 25, 2018	Pages/Appendices	
Supervisor(s) Mr Antti Korpinen, Senior Lecturer and Mr Ville Kuusela, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr Unto Kärkkäinen			
<p>Abstract</p> <p>The subject of the final project was to design a private house or a semi-detached house in the suburb Hiltulanlahti in Kuopio. The aim was to make the drawings for the private house and floor plan for a semi-detached house. The costs and cost-effectiveness of the buildings were to be compared. Another aim was to study how to make the building as energy efficient as possible.</p> <p>Designing was started by making drawings for a private house and a semi-detached house separately. The designs were made by using the ArchiCad software and finalizing them with AutoCad software. It was possible to calculate the E-number and estimated building costs by using finished drawings.</p> <p>As a result of this project there were the building drawings, E-number calculations, comparison of heating modes and the calculated cost estimation difference between private house or a semi-detached house. The result of the final project can be used in other building projects, for example in a row house.</p>			
Keywords building design, energy efficient, E-number, estimated building costs			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT	6
3	RAKENNUSSUUNNITTELU	8
3.1	Rakennusten sijoittelu	8
3.2	Omakotitalo.....	8
3.3	Paritalo	10
4	RAKENTEET	11
4.1	Rakenteiden lämmöneristävyys	11
4.2	Pohjatytöt ja alapohjarakenne	12
4.3	Seinä rakenteet	12
4.4	Yläpohja ja katto.....	13
4.5	Ovet ja Ikkunat.....	13
4.6	Ovet.....	14
4.7	Ikkunat	14
5	LAITTEET JA VARUSTEET.....	15
5.1	Lämmitysjärjestelmä	15
5.2	Ilmanvaihto	16
6	UUSIUTUVA ENERGIA.....	18
6.1	Tuulivoima	18
6.2	Aurinkoenergia	18
6.3	Maalämpö	18
6.4	Lämpöpumput	19
6.5	Päätelmä.....	19
7	E-LUKU.....	20
8	KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS	21
9	YHTEENVETO.....	22
	LÄHDELUETTELO.....	23
	LIITTEET	24

1 JOHDANTO

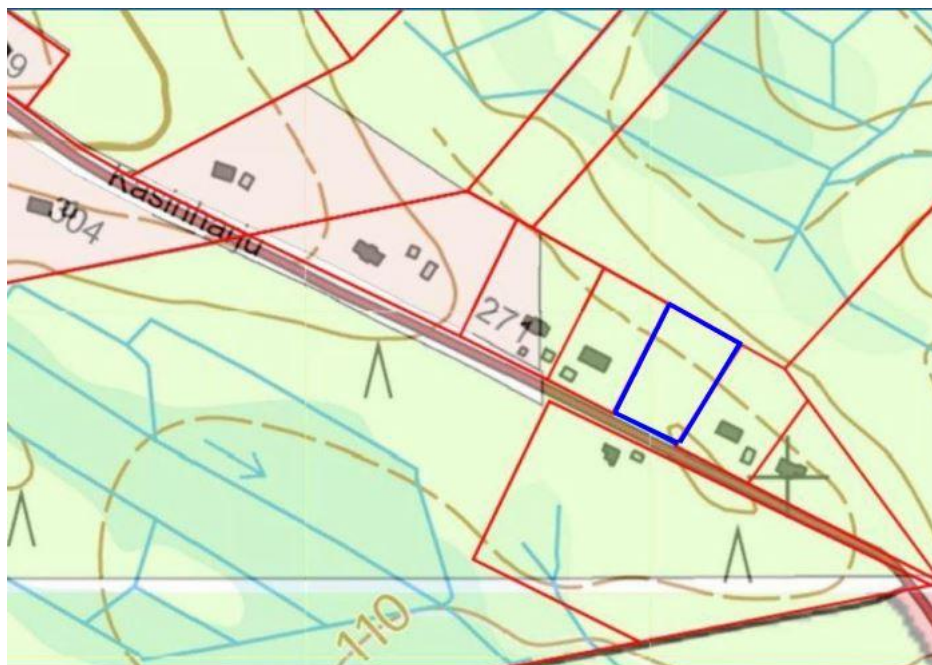
Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä rakennussuunnitelmat, kustannusarvio ja tarkastella energiatehokasta rakennus ratkaisua. Tilaajalla on omistuksessaan 5 000 m² omakotitalo tontti, johon hän on aikeissa rakentaa vuokratyöön omakotitalon. Mikäli kohteessa ei jostain syystä ole vuokralaista, tulisi rakennuksen olla sellainen, että se aiheuttaisi omistajalle mahdollisimman vähän kustannuksia. Tavoitteena oli siis saada ylläpitokustannukset (sähkö, lämpö, huolto) pysymään mahdollisimman pieninä.

Työ oli kaksivaiheinen. Toinen osa sisältää rakennusten suunnittelun ja rakennuspiirustusten teon. Tähän käytin ArchiCad- ja AutoCad piirustusohjelmaa. Toinen osa on tutkimustyöstä, jossa selvitin millä tällä hetkellä markkinoilla olevalla rakennusmateriaalilla, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmällä talosta saadaan mahdollisimman energiatehokas. Tämän lisäksi oli tarkoitus selvittää aurinkosähkön tai muun vihreän energianmuodon käytön hyötyjä kyseisessä kohteessa.

Työn tarkoituksena on saada aikaan valmiit piirustukset Kuopion rakennusvalvontaan ja tutkia mahdollisimman ekologinen sähkön ja lämmön tuotanto mahdollisuudet. Käytän opinnäytetyössäni U-arvon määrittämiseen vanhaa alalikiarvo laskentatapaa ja E-luvun määrittämiseen käyttämässäni laskentapohjassa on käytetty ennen 2018 voimaan tulleita lähtöarvoja.

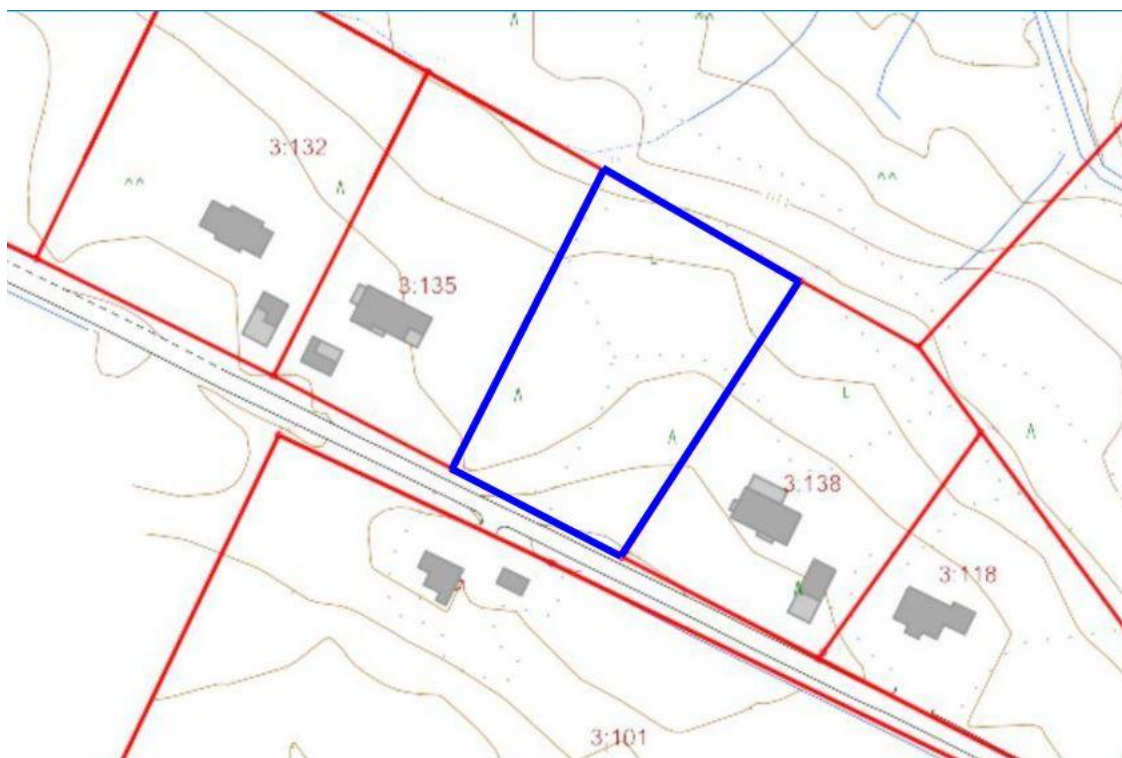
2 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

Lähtökohtana opinnäytetyölle oli tilaajan omistama tontti, johon hänellä on tarkoituksena rakennuttaa omakotitalo tai paritalo vuokratarkoituksessa. Kuvassa 1 näkyvä tontti sijaitsee Hiltulanlahden eteläosassa aivan Matkuksen uuden kaava-alueen tuntumassa. Tontti sijaitsee maa- ja metsätalouskaavan alueella. Alueella ei ole kaupungin vesi-, viemäri- tai kaukolämpöverkkoa tällä hetkellä.



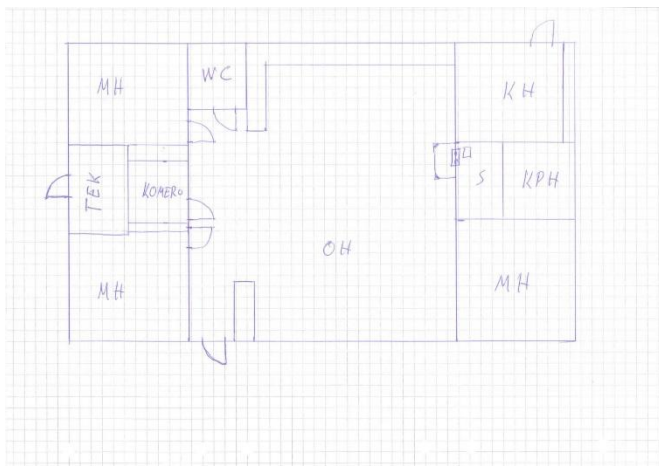
KUVA 1. Kaava-alue kohteesta (karttapalvelu.kuopio.fi, 2018)

Tontille on mahdollista rakentaa muutosluvalla. Asemakaava löytyy Kuopion kaupungin verkkosivuilta ja tonttia koskevat lisätiedot saa aluetta hoitavalta kaupungin virkailijalta. Kyseisen maa-alueen läpi kulkevan tien varteen on lohkottu samankokoisia tontteja vierekkään. Tontti, jolle suunnitelma ollaan tekemässä, sijaitsee aiemmin rakennettujen keskellä. Jokaisella tontilla on erillistalo tai paritalo. Yhteisenä piirteenä kaikille tonteille rakennetuilla taloilla on puurakenteinen runko, tien-suuntainen harjakatto ja autotalli tai katos. Kuvassa 2 näkyy miten maasto tontilla viettää takalaitaan päin ja korkoeroa koko tontilla on noin 2 - 3 metriä. Tieltä katsottuna tontin oikea etulaita on tontin korkein kohta.



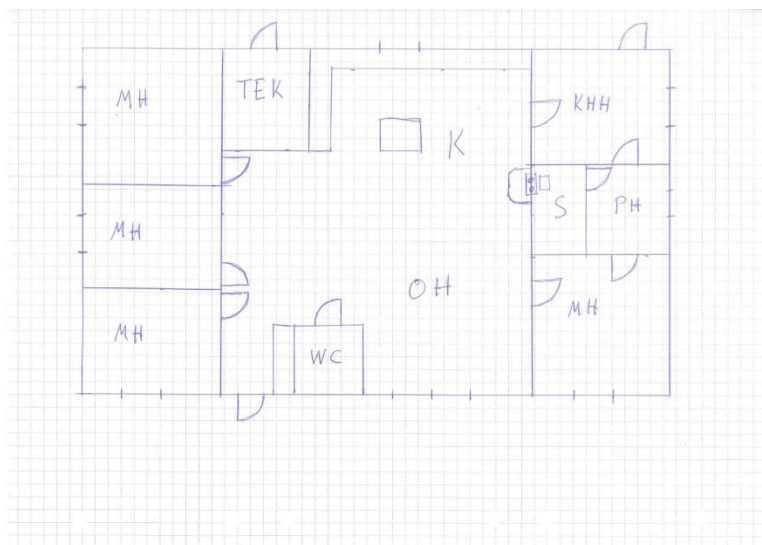
KUVA 2. Maastokartta ja tonttirajat (karttapalvelu.kuopio.fi, 2018)

ensimmäisellä pohjaratkaisulla rakennuksen päämitat olivat selvillä, mutta emme olleet vielä tilaajan kanssa tyytyväisiä pohjaratkaisuun.



KUVA 4. Luonnospöirros (Kärkkäinen 2018)

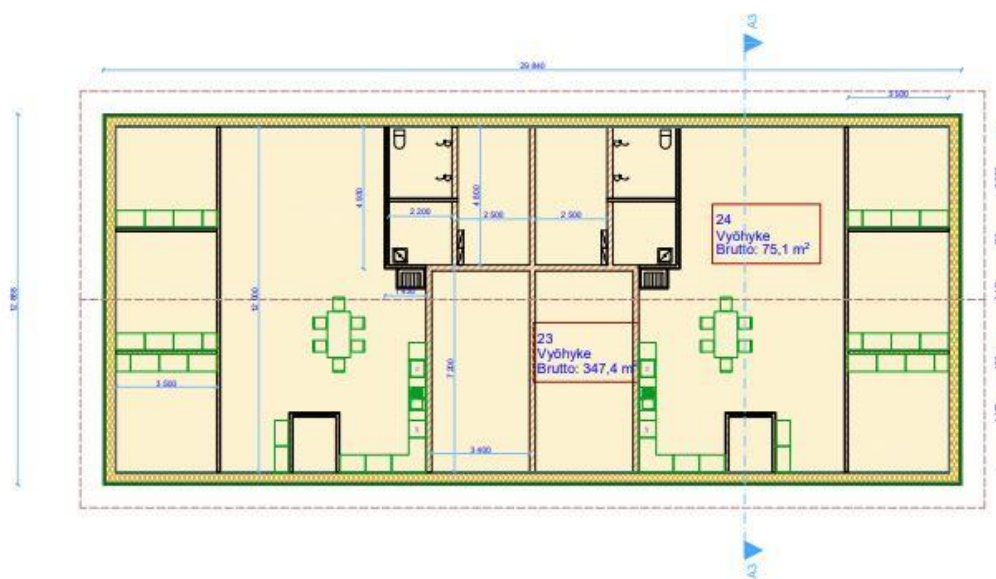
Pohjaratkaisua muutettiin teknisentilan, keittiön, WC:n ja kodinhoituhuoneen osalta ja lopulta viimeisimpään pohjaan saatiin tilaajaakin miellyttävä ratkaisu. Erillinen WC siirrettiin olohuoneen puolelle, tekninentila takapihan seinälle ja keittiötä pienennettiin hieman kuvan 5 mukaan. Näin saatiin lisättyä yksi makuuhuone samoihin neliöihin, jolloin pohjaratkaisusta tuli ideaali ajatellen 5 hengen perhettä.



KUVA 5. Lopullinen pohjaluonnos (Kärkkäinen 2018)

3.3 Paritalo

Samalle tontille on myös mahdollista rakentaa paritalo. Tämä vaihtoehto on ollut tilaajan harkinnassa myös, mutta pelkästään sijoitusmielessä rakentaessa tähän sisältyy suurempi riski rahoitusmielessä. Tätä vaihtoehtoa ei ole tarkoitus viedä yhtä pitkälle, vaan ainoastaan antaa suuntaa antava käsitys, miltä tällainen paritalo voisi näyttää ja miten se suhteutuu yhteen omakotitaloon. Tässä tapauksessa erillisen autotallin rakentaminen kahdelle eri asunnolle ei vaikuttanut järkevältä vaan päätimme, että asuntojen väliin tulee yhden auton talli molemmille kuvan 6 mukaan. Tallien taakse sijoitetaan tekniset tilat, jolloin itse asuintilat jäävät erilleen toisistaan ja näin naapuriasunnon melu ei pääse niin helposti häiritsemään.



KUVA 6. Paritalo (Kärkkäinen 2018)

4 RAKENTEET

4.1 Rakenteiden lämmöneristävyys

Tarkoituksena tilaajan kanssa oli saada rakennusten käyttökustannukset pysymään mahdollisimman alhaisina isännöinnin, rakennuksen huollon ja ylläpitämisen kannalta. Lähtökohtana tavoiteltiin mahdollisimman energiatehokasta rakennetta nykyisten vaatimusten mukaan. Tähän lähdimme tavoittelevaan passiivirakenteen arvot täyttäviä rakenteita. Passiivitalolle on määritetty eurooppalaiset normirajat siitä, kuinka paljon rakennuksen kokonaisenergiankulutus (kWh/ m² a) saa olla neliömetriäkohti vuodessa. Nämä normit soveltuvat hyvin eteläeuroopan lämpimiin olosuhteisiin, mutta pohjoisen kylmät talviolosuhteet ovat saaneet pohjoismaat muokkaamaan normeista omiin olosuhteisiinsa realistisemmat määritelmät kuvan 7 mukaan.

Kansainvälinen passiivitalon määritelmä käsittää kolme kriteeriä:

- tilojen lämmitysenergiantarve
- kokonaisprimäärienergiantarve
- ilmavuotoluku.

Vuonna 2009 Turun seudulle valmistui Suomen ensimmäinen kansainvälisen passiivitalon kriteerit täyttävä omakotitalo

Ulkovaipan rakenteiden U-arvot ovat:

- US 0.10 W/m²K
- YP 0.07 W/m²K
- AP 0.08 W/m²K
- Ikkunat 0.67 W/m²K

(Passiivi info.fi.)

	KANSAINVÄLINEN PASSIIVITALO- MÄÄRITELMÄ	SUOMALAINEN PASSIIVITALO- MÄÄRITELMÄ		
		ETELÄ	KESKI	POHJ.
TILOJEN LÄMMITYS- ENERGIANTARVE kWh/(m ² a)	max. 15	max. 20	max. 25	max. 30
KOKONAISPRIMÄÄRI- ENERGIANTARVE kWh/(m ² a)	max. 120	max. 130	max. 135	max. 140
ILMAVUOTO- LUKU 1/h	max. 0.6	max. 0.6	max. 0.6	max. 0.6
KÄYTETTÄVÄ PINTA-ALA	nettolattiapinta-ala	bruttoala		
LASKENTA- MENETELMÄ	PHPP	vapaasti valittavissa		

KUVA 7. Passiivitalon kriteerit (Passiivi info.fi.)

4.2 Pohjatyöt ja alapohjarakenne

Tontin maaperä on hyvin kantava, joten tämä ei vaikuttanut pohjarakenteen valintaan. Tästä syystä matala perustus oli paras ja edullisin vaihtoehto, koska rakennukseen ei ole tulossa kellaria. Vaihtoehtoina perustustavalle ovat ryömintätilallinen alapohja ja maanvarainen alapohja. Rakenna oikein sivustolla kerrotaan ryömintätilasta, että joka rakenteen toiminnan takaamiseksi tulee eristää hyvin, jotta rakennuksen lämpötila pysyisi riittävän korkeana. Ryömintätilaa täytyy myös tuulettaa riittävästi, jotta maaperästä nouseva kosteus saadaan tuuletettua ja alapohjaan ei pääsisi syntymään kosteusvaurioita. Tuuletukseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi rakennuspaikan tuulusuus, läheiset rakennukset, kasvillisuus ja pinnanmuodostumat. Ryömintätilaan tarvitaan tuuletuksen varmistamiseksi tuuletusaukkoja, joiden täytyy olla vähintään 200 mm maanpinnan yläpuolella. Niiden koko on 5 – 10 cm² jokaista rakennuksen lattia neliömetriä kohti. Näihin aukkoihin tulee asentaa suojaverkko, joka estää esimerkiksi lumen pääsyn alapohjaan. Tällaisiin alapohjiin asennetaan myös tarvittaessa koneellinen tuuletusjärjestelmä. Tästä voidaan päätellä, että ryömintätilallisessa alapohjassa on paljon riskitekijöitä ja moni asia vaikuttaa rakenteen toimivuuteen. Oikein rakennettuna ja huollettuna tämäkin rakenne toimii hyvin. Koska rakennusta on tarkoitus vuokrata, moni tähän liittyvä asia jää vuokralaisen vastuulle, johon ei välttämättä itse pysty vaikuttamaan. Näitä ovat esimerkiksi lumen kerääntyminen talvella tuuletusaukkojen eteen ja kasvillisuudesta huolehtiminen kesällä (RakennaOikein.fi.).

Maanvaraisessa lattiassa lattiarakenne lepää suoraan maakerrosta vasten ilman tuuletuskerrosta. Tässä rakenteessa tulee huolehtia, että eristyskerros on reunoilla ja perusmuurissa riittävän paksu ja täyttökerroksien salaojitus on toteutettu oikein.

Maanvaraisen alapohjan etuna ryömintätilalliseen alapohjaan on juuri huoltovarmuus ja helppous. Ryömintätilallisen alapohjan riskeinä on tuuletuksen varmistaminen, talvella lumen ja veden pääsyn estäminen ryömintätilaan ja sinne pääsevien jyrksijöiden ja muiden pienten eläinten poissa pitäminen. Tästä syystä päädyimme tilaajan kanssa maanvaraiseen lattiaan. Lattiarakenteen valinnassa käytin Thermisol eristevalmistajan tuotevalikoimasta löytyvää valmista maanvaraista perusmuuriantura rakenteelle suunniteltua rakennetyyppeä (Thermisol.fi.).

4.3 Seinärakenteet

Toteutusta suunnitellessa lähdin käyttämään ohjeena Suomessa rakennettua kansainväliset kriteerit täyttävän rakennuksen arvoja. Ulkoseinän U-arvon tulisi siis olla 0.10 W/m²K tai vähemmän. Tähän vertailuun otin yleisimmin käytössä olevat Paroc kivivilla, Isover mineraalivillan ja puukuitupohjaisen Ekovillan. Näistä kolmesta vaihtoehdosta tein kaikista U-arvolaskelmat ja vertasin näitä keskenään. U-arvoa laskiessa käytin laskumenetelmässäni vanhaa laskukaavaa eli alalikiarvoa. Kaikissa seinissä rakenne oli eristetty ja höyrynsulkua lukuunottamatta sama. Laskelmista kävi ilmi, että vaadittuun

U-arvoon tarvitaan 300 mm paksu eristekerros. Tulokset olivat seuraavat järjestyksessä eristävyyden mukaan:

- Isover 0,088 W/m²K
- Paroc 0,088 W/m²K
- Ekovilla 0,098 W/m²K (Talo.com.).

Näistä eristevaihtoehtoista saatavilla on puhallus- ja levyvilla vaihtoehdot. Levyvilla on kaikilla valmistajilla kalliimpi ja levymateriaalia käyttäessä tulee aina huomioida hukka materiaali. Tästä syystä parempi vaihtoehto on käyttää puhallusvilla. Puhallusvillan saa ammattilaisten asentamana ja näillä eristevaihtoehtoilla ei ole suurta kustannuseroa tuotteiden välillä. Tästä syystä päädyimme tilaajan kanssa Ekovillaan, koska hengittävä puurakenne on tavalliseen höyrynsulkumuovilla tehtyyn rakenteeseen nähden molempien mielestä miellyttävämpi vaihtoehto. Ekovillan etuna on myös se, että sen puhallusvilla massaa voi puhalttaa liimautuvana. Tällöin esimerkiksi sisäpuoli voi olla ulkoseinä-rakenteesta-auki ja villa puhalletaan rungon väliin ja se liimautuu suoraan taustaansa ja sen jälkeen eristekerros tasoitetaan rungon sisäpintaan. Muilla puhallusvilloilla runko täytyy olla molemminpuolin suljettu, joten on vaikeampaa arvioida ja saada seinästä varmasti tiivis.

4.4 Yläpohja ja katto

Koska seinärakenteisiin valittiin Ekovilla, oli viisasta jatkaa samalla eristeellä myös seiniä yhdistävässä kattorakenteessa. Jälleen lähtökohtana käytettiin kansainväliset kriteerit täyttäneitä kohdetta, jonka U-arvo yläpohjalle on 0,07 W/m²K. Tein myös tästä rakenteesta U-arvolaskelmat, joista käy ilmi, että eristepaksuuden tulee olla 550mm paksu. Kansainvälisiä kriteerejä noudatettaessa juuri kattorakenne tuottaa eniten ongelmia ja suunnittelua paksun eristekerroksen takia. Tällaisen kohteen eristetila katossa tulee suunnitella todella korkeaksi, jotta tarvittava eristemäärä saadaan mahtumaan ja myös tuulettumaan hyvin.

4.5 Ovet ja Ikkunat

Ovien ja ikkunoiden valinnassa tulee tarkastella juuri energiatehokkuutta, jotta ulkovaipasta saadaan mahdollisimman tiivis ja lämpöhäviö pieneksi. Tätä varten kävin läpi muutamien valmistajien mallit ja vertasin niitä keskenään. Nykyiset rakennusmääräykset vaativat ovilta ja ikkunoilta U-arvoksi vähintään 1,0 W/m²K. Valmistajat ovat kuitenkin huomioineet asiakkaiden toiveet ja kiristävät laatuvaatimukset, joten lähes jokaiselta valmistajalta löytyy suomalaisiin kylmiin olosuhteisiin suunniteltu lämpöovi tai ikkuna, joilla päästään huomattavasti alle vaaditun 1,0 W/m²K.

4.6 Ovet

Ovitoimittajista otin vertailuun Jeld Wenin, Lammin ikkunat ja ovet sekä Kasken. Näiltä kaikilta toimittajilta on saatavilla omalla tuotenimellään oleva lämpöovi. U-arvot ovat:

- Jeld Wen Arctic rakenne $0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$ valoaukolla $0,6\text{-}0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Jeld-wen.fi.)
- Lammin Plus lämpöovi $0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$ valoaukolla $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Lammin.fi.)
- Kasken Therma rakenne valoaukolla $0,6\text{-}0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Kaski.fi.).

Vertailusta huomasin, että valmistajat ovat tällä hetkellä melko samalla tasolla tuotteidensa kanssa. Näissä ovimalleissa Kaski on ainut, jolta ei suoraan löytynyt umpioven U-arvoa. Kuitenkin kaikkien valmistajien valoaukollisten ovien lämmöneristävyys on sama. Tässä tilanteessa suurimmaksi valintakriteeriksi muodostui oven ulkonäkö ja hinta. Päädyimme tilaajan kanssa umpinaiseen ovimalliin. Valmistajan valinta jätettiin tässä vaiheessa odottamaan rakennusvaiheen aloitusta ja sen hetken parasta tarjousta.

4.7 Ikkunat

Tein samanlaisen vertailun ikkunoista Domluxin, Skaalan, Tiivin ja Pihla ikkunoiden välillä ja näiden valmistajien U-arvot olivat:

- Domlux kiinteä $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ avattava $0,70\text{-}0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Domlux.fi.)
- Skaala kiinteä $0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ avattava $0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Skaala.fi.)
- Tiivi avattava $0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Tiivi.fi.)
- Pihla avattava $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Pihla.fi.).

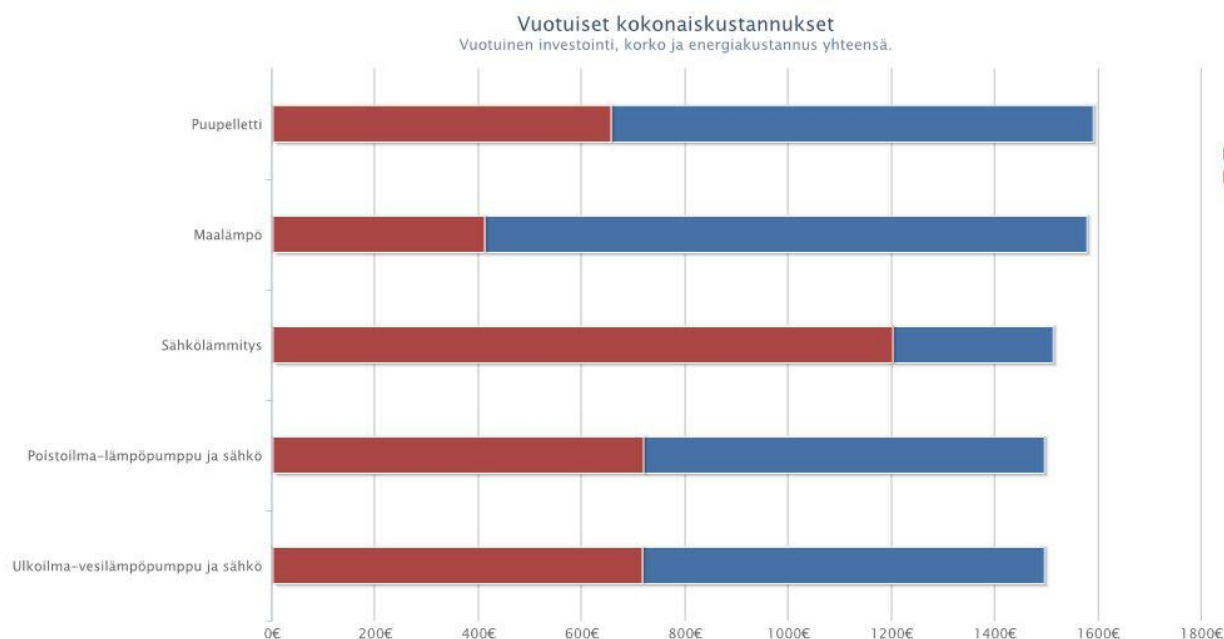
Näistä malleista selvästi edukseen erottuivat Domluxin kiinteät- ja Skaalan avattavat lämpöikkunat. Rakennuksen ikkunat ovat pääsääntöisesti tuuletusikkunalla varustettuja avattavia ikkunoita, mutta olohuoneen isoihin ikkunoihin järkevin ratkaisu oli kiinteä ikkuna sen paremman lämmöneristävyyden takia.

5 LAITTEET JA VARUSTEET

5.1 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmää valittaessa tarkoituksena oli löytää ratkaisu, jolla saadaan mahdollisimman tehokas, energiaa säästävä ja huoltovarma ratkaisu. Tähän apuna käytin lammitysvertailu.fi verkkosivulta löytyvää sovellusta, joka antaa suuntaa antavan kuvan erilaisten lämmitysmuotojen kustannuksista. Ensin laskuriin syötettiin halutut lämmitysmuodot. Valittavista lämmitysmuodoista kaukolämpö ei ole alueella saatavilla ja halusimme jättää pois öljylämmityksen, koska öljy ei ole katoavana luonnonvarana kovin pitkäkestoinen ja ympäristöystävällinen ratkaisu. Muita vaihtoehtoja olivat Puupelletti, Maalämpö, Ulkoilma-vesilämpöpumppu ja sähkö, Poistoilma-lämpöpumppu ja sähkö ja suora Sähkölämmitys. Tämän jäkeen annettiin rakennuksen neliömäärä, huonekorkeus, asukasmäärä, energiatehokkuus ja sijainti. Näitä lähtötietoja hyväksi käyttäen laskurista saatiin suuntaa antava laskelma tulevista kustannuksista.

Lämmitysmuotojen suurimmat erot olivat niiden hankintahinta ja lämmitystapa. Sähkölämmityksessä lämpö tuotetaan yleensä sähköpatterilla tai sähköisellä lattialämmityksellä. Hankintahinta on pieni ja asennuksen jälkeen ei ole tiedossa huolto- tai ylläpitokustannuksia. Maalämmölle täytyy porata tai muuten saattaa syvälle maahan lämpöpiiri, josta johtuu järjestelmän kalliimpi hinta. Ulkoilma-vesilämpöpumpussa koneiston lisäksi tulee ulkoyksikkö, joka ottaa ilman ulkoa ja tuottaa ulkoilmaa hyödyntäen lämpöä järjestelmään. Poistoilmalämpöpumppu toimii taas ilmanvaihtokoneen yhteydessä ja hyödyntää poistettavan lämpimän ilman ennen sen ulos puhaltamista. Kun tarkastellaan huoltovarmuutta maalämmön lämpöpiirin korjaaminen ja huoltaminen tarvittaessa on näistä kallein ja vaiken. Ulkoilma- ja poistoilmalämpöpumppujen hankinta ja ylläpidossa ei ole suuria eroja. Näistä poistoilmalämpöpumppu on kuitenkin helppo asentaa ja käyttää ilmanvaihtokoneen yhteydessä ja tällöin ei tarvitse ulkoilmayksikköä eikä lisää reikiä ulkovaippaan, joista voisi aiheutua ilma vuotoja tai kylmäsiltoja. Kun tarkasteltiin kaikkia vaihtoehtoja vuosikustannusten osalta kuvassa 8, voidaan todeta, että poistoilma- ja ilmavesilämpöpumput ovat kustannuksiltaan halvimmat. Tämän perusteella valitsimme poistoilmalämpöpumpun (lammitysvertailu.eneuvonta.fi.).

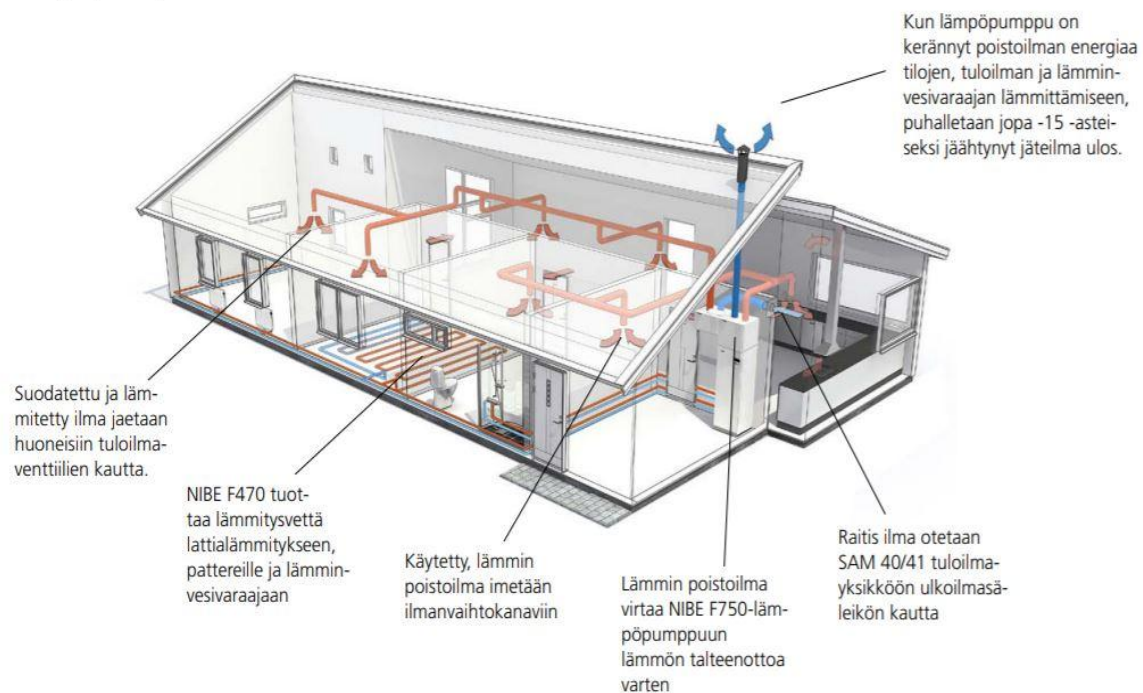


KUVA 8 Vaakadiagrammi lämmitysmuotojen vuosikustannuksista (lämmitysvertilu.eneuvonta.fi, 2018)

5.2 Ilmanvaihto

Kun lämmitysmuodoksi oli valikoitunut poistoilmapumppu, tämä vaikutti ilmanvaihtokoneiston valintaan. Laitteisto sisältää lämmön talteen oton (LTO), jotta poistoilmalämpöpumppu toimisi parhaalla mahdollisella teholla. Tähän voidaan lisätä myös tuloilmamoduuli, joka hyödyntää LTO koneen lämpöä ulkoilman lämmittämisessä ja näin säästää sähkönkulutuksessa. Valmistajilla on tällaisista laitteista valmiita yhdistelmiä, joilla saadaan ilmanvaihto ja lämmitysjärjestelmä samassa kokonaisuudessa. Koska tarkoituksenani on laskea rakennukselle E-luku, tarvitsen sitä varten lämmitys ja ilmanvaihtolaitteistosta perustietoja. Valitsin tähän kohteeseen Niben mallistosta laiteparin F750 poistoilmalämpöpumpun ja Sam41 tuloilmamoduulin. Alla olevasta kuvasta 9 näkyy laitteiston toimintaperiaate (nibe.fi.).

Lämpöpumpun toiminta



KUVA 9 Esimerkkikuva ilmanvaihdon toiminnasta (Nibe.fi.)

6 UUSIUTUVA ENERGIA

Uusiutuvista energiamuodoista kaikki eivät sovellu tähän kohteeseen. Mahdollisista vaihtoehtoista yleistietoa löytyy Peda:n (Peda.fi.) verkkosivulta, jolla käsitellään seuraavien kappaleiden aiheita.

6.1 Tuulivoima

Suomessa tuotetaan tuulivoimalla vain 0,6 % sähköstä. Mahdollisuuksia tuotannon lisäämiseen on kuitenkin paljon. Tuulivoiman heikkous on sen tuottavuudessa. Tuulivoimalan täytyy olla isokokoinen, jotta siitä saataisiin sähköntuotannollista tehokkuutta. Tästä syystä se on pientuotanto käytössä huono ratkaisu. Suuri koko vie paljon tilaa tontilta, varjostaa ja tuottaa melua.

6.2 Aurinkoenergia

Tässä kohteessa olisi mahdollista hyödyntää aurinkoenergiaa monella tapaa. Nykyisellä tekniikalla on mahdollista tavallisten paneelien lisäksi valita esimerkiksi katon pintarakenne niin, että se toimii aurinkopaneelina. Kuitenkin erillinen paneelijärjestelmä on halvin ratkaisu tällä hetkellä. Aurinkopaneelien rinnalle on myös mahdollista liittää akkujärjestelmä, johon ylituotantona tuleva energia voidaan varastoida. Aurinkosähkön ylituotantoa on myös mahdollista myydä sähköverkkoon. Theseuksessa julkaistussa opinnäytetyössä (Ylä-Kujala 2014) kerrotaan aurinkosähkölaitteistosta, että Phoenix MultiPlus C24/3000/70-50-laitte mahdollistaa aurinkosähkön syöttämisen myös valtakunnan verkkoon. Tällaisella laitteella tilanteessa, jossa akusto on täynnä ja rakennuksen sähkönkulutus on pienempi kuin paneeleilta tuleva energia, voidaan ylijäämäenergia ohjata sähköverkkoon, josta se siirtyy muiden kuluttajien käytettäväksi. Tätä varten tulee tehdä oman sähköverkon jakelijan kanssa sopimus sähkön pientuotannosta. Tähän kohteeseen on mahdollista liittää kaikki saatavilla olevat laitteet (paneelit, akusto ja verkkoon syöttävä invertteri). Tällöin investointikustannukset nousevat, mutta pitkällä aikavälillä nämä tarjoavat kuitenkin ison säästön ylläpitokustannuksissa.

6.3 Maalämpö

Maalämpöä saadaan maahan varastoituneesta auringonsäteilyenergiasta. Tätä varten maanpinnan alle kaivetaan tai porataan lämmityskeräinputkisto, joka siirtää maahan kerääntyneen lämmön lämmityslaitteistoon. Tämän järjestelmän hankintakustannukset ovat suurimmat verrattuna muihin lämmitysjärjestelmiin. Myös mahdolliset huoltotyöt ovat haasteellisia ja kalliita verrattuna maanpäällä tapahtuviin järjestelmiin.

6.4 Lämpöpumput

Lämpöpumppujen toiminta perustuu samanlaiseen tekniikkaan kuin esimerkiksi jääkaappi. Laitteisto käyttää maasta, ulkoilmasta tai sisätilojen poistoilmasta tulevan lämpöenergian. Tällä tavalla laitteiston ei tarvitse tuottaa lämpöä alusta asti itse vaan se hyödyntää jo valmiiksi saatavilla olevan lämmön. Tällaisia laitteistoja ovat esimerkiksi maalämpöpumppu, ulkoilmalämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu.

6.5 Päätelmä

Saatavilla olevan tiedon perusteella tuulivoimala ei ole järkevä ratkaisu, koska tontin sijainti ja sitä ympäröivät metsät estävät tuulivoimalaa saavuttamasta haluttua tavoitetta ja sen hankintakustannukset ovat suuret verrattuna saatavaan sähköntuotantoon. Sähkön tuotannon kannalta aurinkoenergia oli paras ratkaisu. Tähän järjestelmään on lukuisia eri mahdollisuuksia kasata omia tarpeita vastaava paketti. Kohteeseen paras lämmitysjärjestelmä vaihtoehto oli poistoilmalämpöpumppu liitettynä vesikiertoiseen lattialämmitykseen. Kun aurinkosähkö, akusto ja poistoilmalämpöpumppu toimivat yhdessä nämä tiputtavat rakennuksen energiankulutusta paljon verrattuna laitteistoon, jossa ei hyödynnetä uusiutuvaa energiaa. Tällä järjestelmien yhdistelmällä saadaan aikaiseksi hyvin varusteltu, mutta samalla järkevähintainen laitteisto kyseiseen kohteeseen ajatellen sekä vuokrausta, että mahdollista myyntiä tai omaa käyttöä.

7 E-LUKU

Jokaiselle uudiskohteelle ja nykyisen lainsäädännön mukaan myös jatkossa myytävälle tai vuokrattavalle 1980 jälkeen valmistuneille rakennuksille tulee esittää energiatodistus. E-luku kertoo rakennuksen energiantarpeen vuositasolla neliometriä kohden ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$). E-luku määrittyy rakennuksen tietojen perusteella, joita olen käsitellyt aiemmissa kappaleissa, kuten rakennuksen pinta-ala, muoto, rakenteet, lämmitysmuoto, ilmanvaihto ja uusiutuva energia. E-luvun laskemiseen olen käyttänyt puuinfo.fi sivuston luomaa excel pohjaa. Tähän kaavakkeeseen tarvittavia lähtötietoja olivat:

- Lämmitettävä nettopinta-ala
- Ulkoseinä m^2 ja U-arvo
- Yläpohja m^2 ja U-arvo
- Alapohja m^2 ja U-arvo
- Ulko-ovien m^2
- Ikkunapinta-ala % ja U-arvo
- Ilmanvaihdon tiedot
- Lämmitysjärjestelmän tiedot
- Omavaraissähkön tuotanto.

Kaavakkeen muihin kohtiin, joihin minulla ei ollut suoraa tietoa tai lähtöarvoa käytin laskentakaavan valmiita lähtöarvoja. Tässä laskentapohjassa on käytetty lähtöarvoina ennen vuoden 2018 alusta voimaan tulleita lähtöarvoja. Tähän laskentaan vaikuttavaa oli sähkön kertoimen muuttuminen 1,7 alaspäin 1,2. Tämän kertoimen alentaminen parantaisi E-luku laskurin tulosta. Tällä tavoin kuitenkin saadaan varmasti määrättyt arvot täyttävä tulos, kun käytetään suurempaa arvoa.

Passiivirakenteisen talon E-luku raja-arvo kansainvälisesti on $120 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$ ja Keski-Suomen vyöhykkeen, jonne rakennus sijoittuu, raja-arvo on $135 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$. Määrittämälläni rakenteilla sekä lämmitys ja ilmanvaihtokoneen arvoilla tälle rakennukselle E-luku laskuri antoi arvoksi $123 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$. Tälläkin arvolla päästiin reilusti alle suomalaisen minimi arvon ($130 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$). Tähän laskelmaan ei ole kuitenkaan vielä huomioitu omavaraissähkön tuotantoa. Otin tähän vertailun vuoksi Thermisolin verkkoon kytkettävän aurinkosähköpaketin. Tälle laitteistolle arvioitu vuosituotto on 9 300 kWh. Tämä on kuitenkin vain valmistajan oletusarvo ja oikeat luvut selviävät vasta käytössä, joten käytin E-luku laskennassa puolta arvioidusta eli 4 500 kWh. Tällä lisäyksellä rakennuksen E-luku tippui $78 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$. Tämän laitteiston myyntihinta on 11 500 euroa. Onko tämän laitteiston hankinta kannattavaa? E-luvun erotus on $45 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$. Kun tämän kertoo kokonais pinta-alalla 170 m^2 , saadaan 7 650 kWh kulutus eroa vuodessa. Kuopion Energian yleissähkö ($4,79 \text{ snt}/\text{kWh}$) ja sähkönsiirto ($3,08 \text{ snt}/\text{kWh}$) kustannukset yhteensä ovat $7,87 \text{ snt}/\text{kWh}$. Tästä saadaan noin 602 euroa vuodessa. Tällä vuotuisella säästöllä aurinkopaneeliston takaisinmaksu aika on noin 19 vuotta, jonka jälkeen laitteisto tuottaa ilmaista energiaa. Tämä arvo on tosin viitteellinen ja laskettu hyödyntäen vain puolta paneeliston maksimitehosta. Todellisuudessa aurinkopaneelien hyöty voi olla laskettua suurempikin (Kuopionenergia.fi).

8 KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS

Tavoitteena opinnäytetyössä on ollut selvittää kohteen kustannuksia ja kannattavuutta tilaajan näkökulmasta rakennuksen vuokraus tai myyntiä ajatellen. Tarkoituksena on olla omin voimin ja talkoo apuvoimin mukana rakennushankkeessa mahdollisimman paljon. Vaativimmissa työvaiheissa ja ammattipätevyyksiä vaativissa tehtävissä on tarkoitus käyttää urakoitsijoita. Kilpailuttamalla ja teettämällä kiinteällä urakkahinnalla tiettyjä työvaiheita pystyy säästämään kustannuksissa huomattavasti. Kustannus arviota tehdessäni otin mallia RT-kustannuslaskenta pohjasta, josta sain tietyille työvaiheille hintoja ja näiden työvaiheiden menekkejä. Materiaali kustannuksiin käytin Taloon.com sivuston tuotehintoja. Näitä lähtötietoja ja rakennuksen piirustuksista laskemistani menekki määrästä loin Excel taulukon, johon listasin koko rakennusurakan työvaiheet ja niiden määrät. Tämän laskelman jälkeen laskin vielä kaikki vaiheet yhteen. Koska RT-kustannuslaskentapohja ei ole täysin tarkka ja laskelmasta voi jäädä puuttumaan joitain osia ja määrälaskennassa oli käytetty tarkkoja menekkimääriä käytin hukka/vaikeustaso kertoimena 1,3 saadakseni realistisemman loppusumman. Kokonaiskustannukset omakotitalolle olisivat noin 260 000 euroa. Paritalon kokonaiskustannukset olisivat 460 000 euroa. Yleensä pankit myöntävät asuntolainoja pisimmillään 30 vuodeksi. Mikäli tällä aikavälillä haluaisi vuokraamalla kohteita saada tuottoa, tulisi vuokrasumman olla omakotitalolle 1 450 euroa ja paritalolle 1 300 euroa per asunto eli 2 600 euroa kuukaudessa. Kun tästä summasta vähennetään pääomatulon verot (30 %) ja lyhennetään lainaosuudet, jää loppusummasta tuottoa omakotitalolle 21 euroa ja paritalolle 62 euroa kuukaudessa. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat tietysti verovähennys kelpoiset asiat, kuten kiinteistön huoltokustannukset. Kustannuslaskenta tuotti omia haasteita, koska aivan jokaista työvaihetta ja niiden piilokustannuksia oli todella vaikea arvioida. Tästä syystä onkin tärkeää rakennuttajana pyytää urakkatarjouksia ja perehtyä tarkasti siihen mitä urakkasopimukseen kuuluu. Huonosti laadittu sopimus saattaa jättää monia työvaiheita huomiotta ja niistä koituu lisätyö kustannuksia. Loppu päätelmänä siitä onko tällaiseen rakennusprojektiin ryhtyminen järkevä sijoitus, riippuu siitä millaisessa elämäntilanteessa itse on ja miten paljon on valmis uhraamaan aikaa ja vaivaa. Mikäli haluaa myydä kohteen, tulee siinä virallisesti asua 2 vuotta, jos haluaa välttyä veroilta myyntitilanteessa. Toisaalta tällä tavalla tuottoa tuskin tulee kymmeniä tuhansia, koska vaikka tämän päivän asuntomarkkinoiden hinnat ovatkin korkeat, moni ei ole valmis maksamaan omakotitalosta 300 000 euroa tai paritalon puolikkaasta 250 000 euroa. Näillä myyntihinnoilla omakotitalolle jäisi tuottoa vajaa 40 000 euroa ja paritalolle saman verran, kun ottaa huomioon 2 vuoden aikana kertyneet lainan korot ja asumiskulut ja kiinteistöverot. Vuokratessa taas on pieni mahdollisuus jatkuvaan tuottoon, vaikkakin se on kovin maltillista. Tällä tavoin omistajalla on kuitenkin 30 vuoden kuluttua velaton omistusasunto tai kaksi paritalon puolikasta. Tässä on kuitenkin se riski, että vuokralaista ei aina olekaan ja kaikki kustannukset jäävät omalle kontolle. Suunnitelmissani olevien laitteistojen avulla ylläpito kustannukset ovat kuitenkin todella pienet, jos asuntoa joutuisikin pitämään muutaman kuukauden tyhjiään. Tämän lisäksi 30 vuoden aikana tulee todennäköisesti joitain huoltotöitä, joista vuokraisäntä on vastuussa. Näistä koituvia kuluja voi tuki laittaa verovähennyksiin, mutta se ei kata kuitenkaan kaikkia kuluja.

9 YHTEENVETO

Lähtökohtana oli saada aikaiseksi rakennuspiirustukset ja selvittää millaisilla rakenteilla ja laitteistolla saataisiin passiivitalon kriteerit täyttävä omakotitalo tai vaihtoehtoisesti paritalo ja onko tällaisen rakennuttaminen kannattavaa, jos kohdetta aikoo vuokrata. Suurin työ oli koota tarvittavat tiedot passiivirakenteen täyttämiseksi. Runkorakenteiden määrittäminen, lämmitysmuodon valinta ja muiden laitteistojen tarkastelu veivät suurimman osan ajasta, mutta tämä oli mielenkiintoista ja opettavaista työtä. Itse rakennuksen suunnittelu oli lopulta yksinkertaista, koska halusimme tilaajan kanssa pitää rakennuksen pohjan yksinkertaisena ja edullisena. Kustannuksia laskiessa huomasin saman, johon olen törmännyt työelämässäkin. Jokaisen rakennusvaiheen kaikkien kustannusten arviointi on vaikeaa jopa isoille rakennusyriyksille ja pienrakentajalla ei välttämättä ole edes samanlaisia mahdollisuuksia kustannusten karsimiseen. Kustannusarvion valmistuttua lopputulos oli odotetun suuruinen ja lopulta jää tilaajan päätettäväksi millaisiin toimenpiteisiin hän haluaa ryhtyä. Johtopäätöksenä lyhyellä tähtäimellä 2 vuoden kuluttua kannattaisi myydä rakennus. Jos taas on pitkäjänteinen ja uskaltaa ottaa riskin, on vuokraaminen järkevä ratkaisu.

LÄHDELUETTELO

- Domlux.fi [verkkoaineisto] [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <https://www.domlux.fi/ikkunat/>
- Jeld-wen.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavissa: <https://www.jeld-wen.fi/ovet/>
- Kaski. Ovi kirja [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: https://kaski.fi/wp-content/uploads/2016/10/ovikirja_2018_lores.pdf
- Kuopionenergia.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <https://www.kuopionenergia.fi>
- Polku: sähköverkko/tietoa-sähkoverkostamme/sähkonsiirtohinnot
- Kuopion kaupungin karttapalvelut [verkkoaineisto] Saatavilla: <https://karttapalvelu.kuopio.fi/?setlanguage=fi>
- Lammin ovet ja ikkunat. Ulkoovi mallisto [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <https://www.ovistudio.fi/tuotekortit/Lampoulko-ovet.pdf>
- lammitysvertailu.eneuvonta.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <http://lammitysvertailu.eneuvonta.fi/>
- Nibe.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-04-18] Saatavilla: <https://www.nibe.fi/tuotteet/poistoilmalampopumput/>
- Passiivi info. Passiivitalon määritelmä [verkkoaineisto]. 2009 [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: http://www.passiivi.info/download/passiivitalon_maaritelma.pdf
- Peda.net [verkkoaineisto]. [viittaus] Saatavilla: <https://peda.net/>
- Pihla.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <https://www.pihla.fi/pihla-ikkunat/>
- Polku: Uusiutuvat energianlähteet
- Puuinfo.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-04-18] Saatavilla: <https://www.puuinfo.fi/mitoitusohjelmat/e-lukulaskuri-102>
- Rakennaoikein.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <http://www.rakennaoikein.fi/>
- Polku: Rakenteet. Perustus.
- Skaala.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <http://www.skaala.com/ikkunat.html>
- Solarpower.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: http://www.solarpower.fi/index.php?route=product/product&product_id=321
- Taloon.com. [verkkoaineisto] [viitattu 2018-05-02] Saatavissa: <http://www.taloon.com/>
- Thermisol.fi alapohjarakenteet [verkkoaineisto] [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: http://www.thermisol.fi/uploads/pdf/materiaalipankki/Rakennekuvat_yleinen.pdf
- Tiivi.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-02] Saatavilla: <https://www.tiivi.fi/fi/ikkunat/tekniset-tiedot/>
- Ylä-Kujala, Niklas 2014. Omakotitalon varavoimajärjestelmä. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2018-05-02]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/80050/Niklas_Yla-Kujala.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LIITTEET

- Rakennus kuvat
- U-arvo määrittely Excel
- Lämmitysmuoto tarkastelu
- E-luku laskelma
- Kustannuslaskelma Excel

3:193

tontin/rakennuspaikan numero

e=0,1

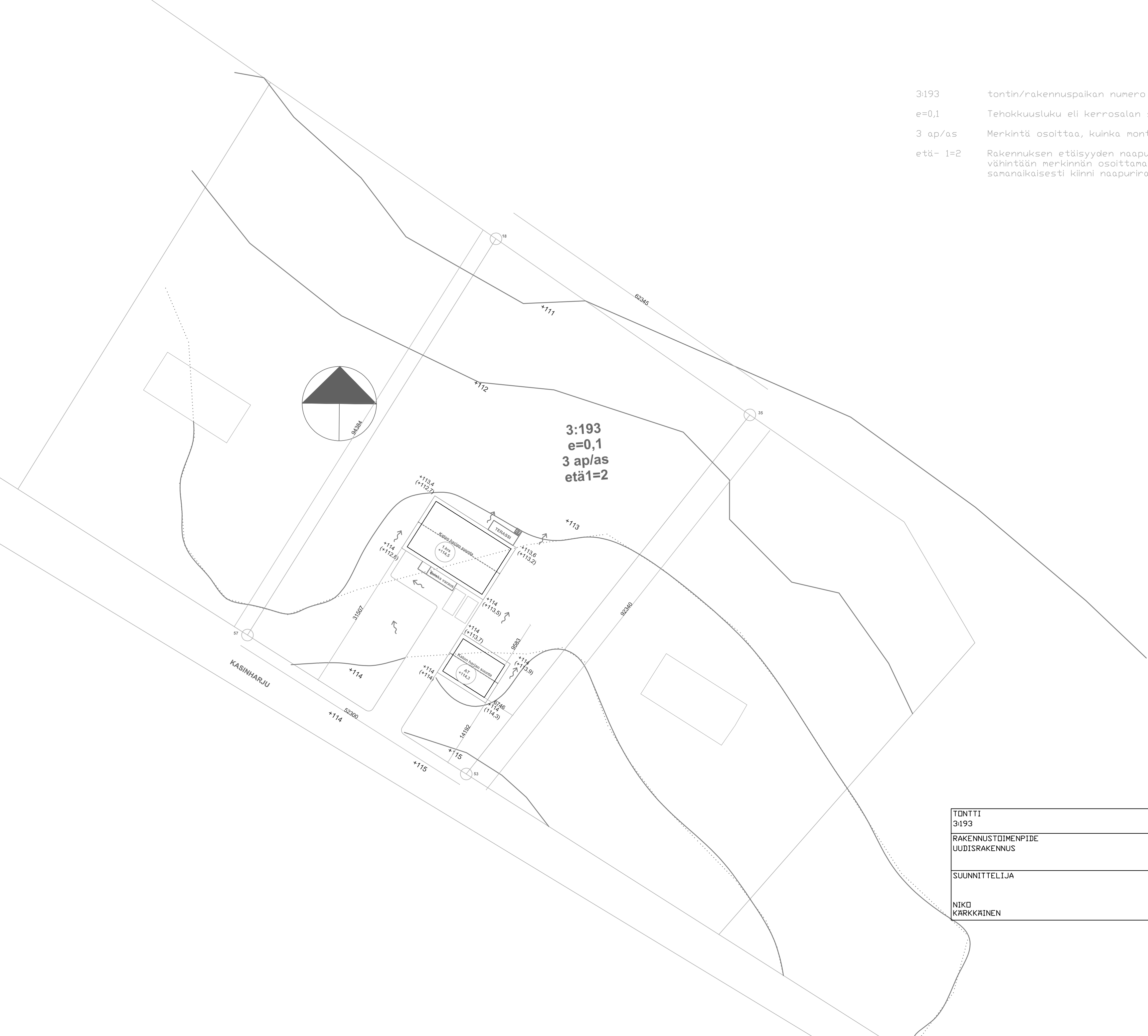
Tehokkuusluku eli kerrosalan suhde tontin/rakennuspaikan pinta-alaan

3 ap/as

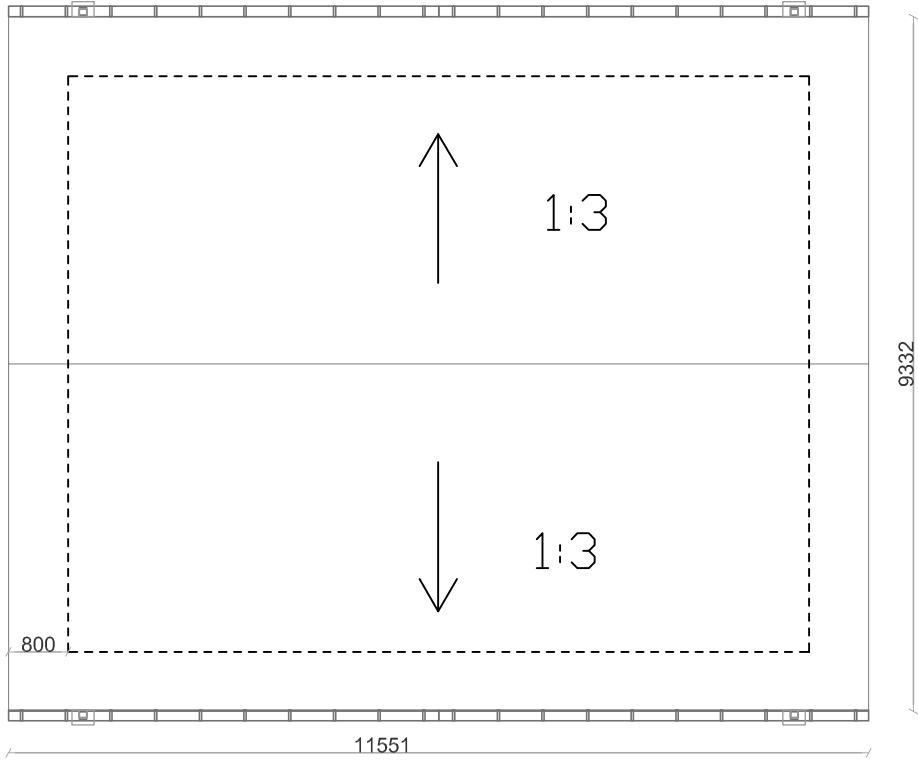
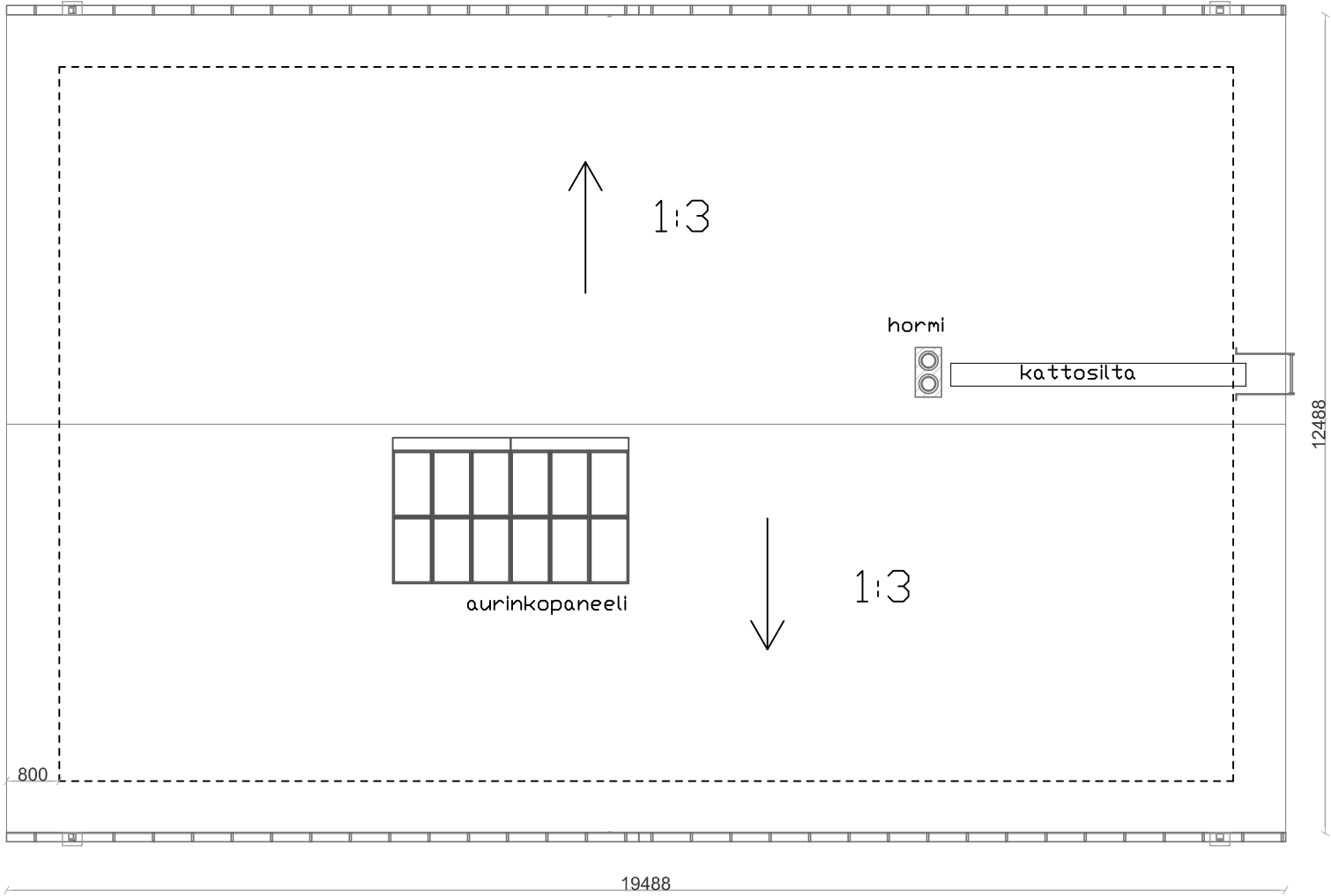
Merkintä osoittaa, kuinka monta autopaikkaa asuntoa kohti on rakennettava

etä- 1=2

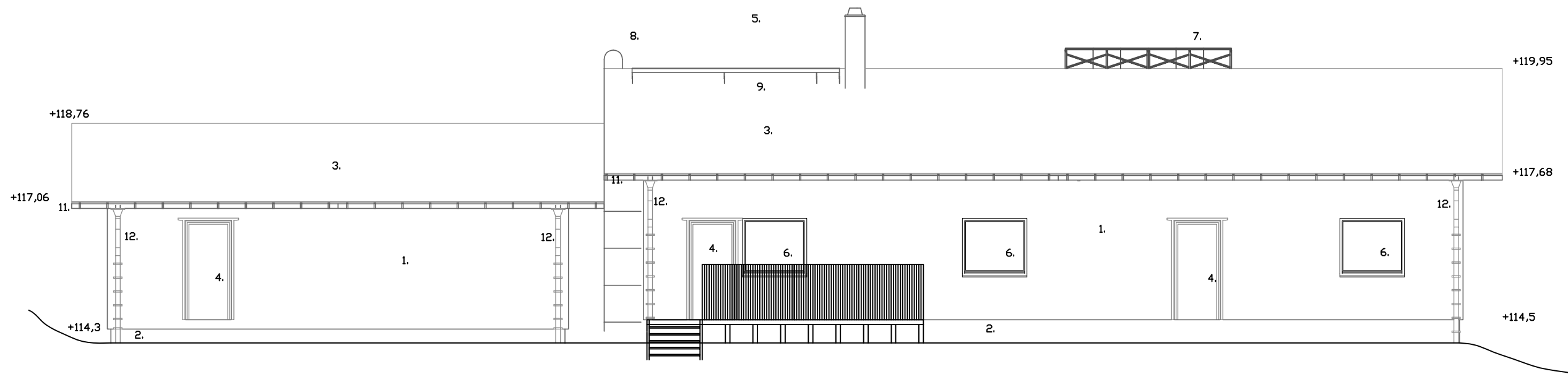
Rakennuksen etäisyyden naapuritontin rakennusalasta tulee olla vähintään merkinnän osoittama metrimäärä ellei rakenneta samanaikaisesti kiinni naapurirakennukseen.



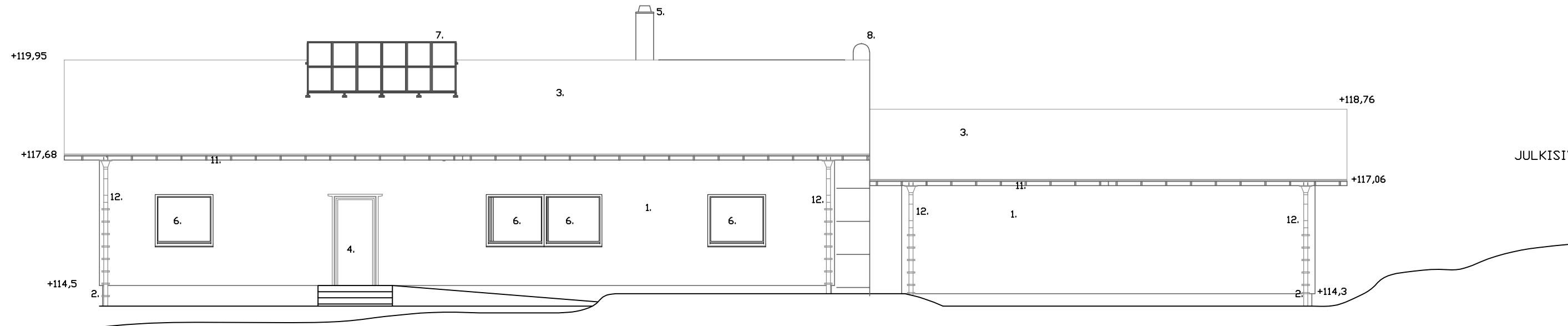
TONTTI 3:193	PIIRUSTUSLAJI LUPAPIIRUSTUS	
RAKENNUSTOIMENPIDE UUDISRAKENNUS	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ASEMAKAAVA	MITTAKAAVA 1:500
SUUNNITTELIJA	SUUNNITTELUALA	
NIKO KÄRKKÄINEN	ARK	



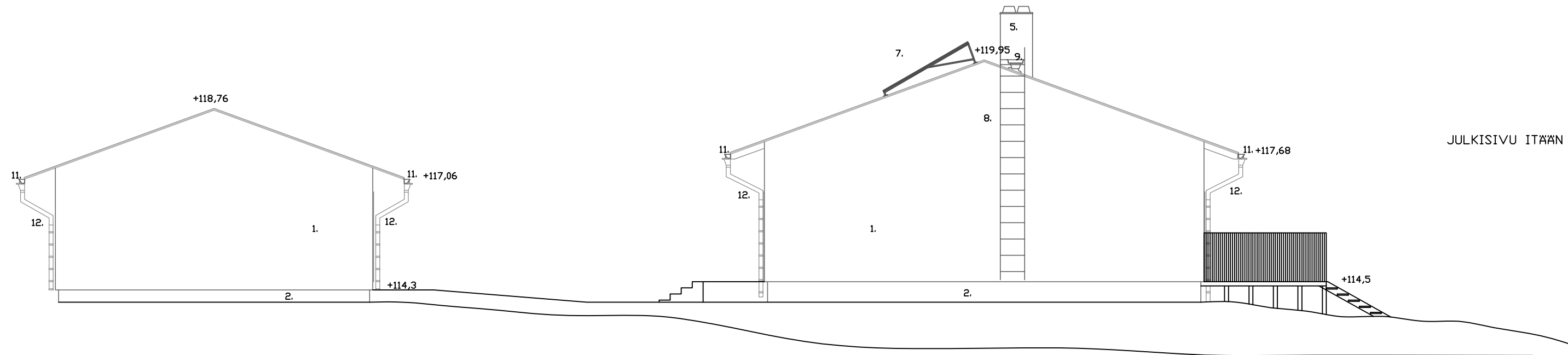
TONTTI 3:193	PIIRUSTUSLAJI LUPAPIIRUSTUS	
RAKENNUSTOIMENPIDE UUDISRAKENNUS	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ 1 KRS	MITTAKAAVA 1:100
SUUNNITTELIJA	SUUNNITTELUALA	
NIKO KÄRKKÄINEN	ARK	



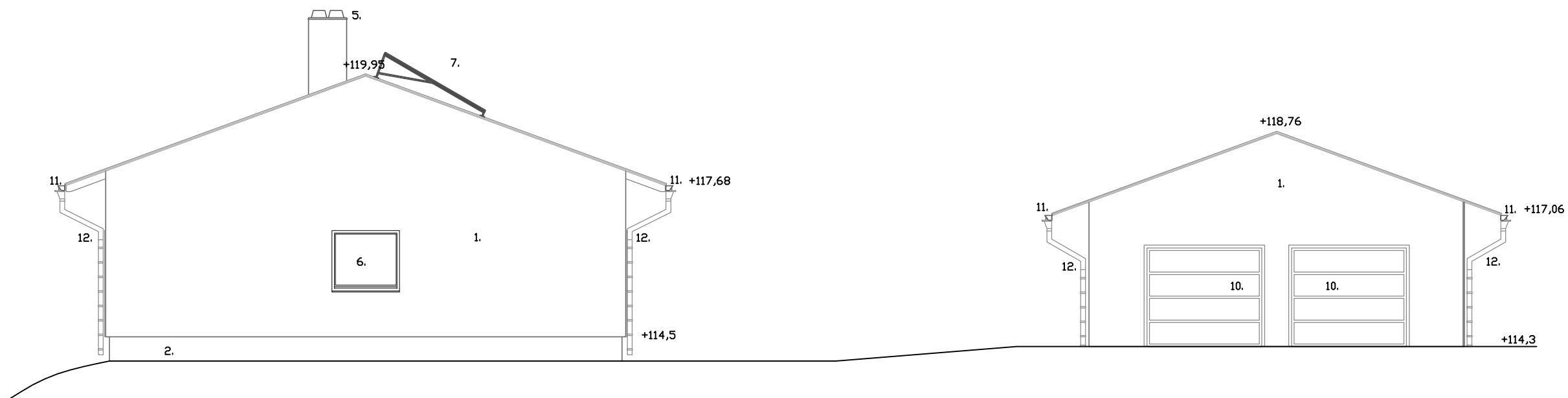
JULKISIVU PÖHJOISEEN



JULKISIVU ETELÄÄN



JULKISIVU ITÄÄN



JULKISIVU LÄNTEEN

TONTTI 3:193	PIIRUSTUSLAJI LUPAPIIRUSTUS	
RAKENNUSTOIMENPIDE UUDISRAKENNUS	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVUT	MITTAKAAVA 1:100
SUUNNITTELIJA	SUUNNITTELUALA	
NIKO KÄRKKÄINEN	ARK	

TONTTI 3:193	PIIRUSTUSLAJI LUPAPIIRUSTUS	
RAKENNUSTOIMENPIDE UUDISRAKENNUS	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ 1 KRS	MITTAKAAVA 1:100
SUUNNITTELIJA NIKO KÄRKKÄINEN	SUUNNITTELUALA ARK	

- YP
- huopakate
 - pontattu hauvaneri
 - korotusrima
 - aluskate
 - kattotuoli
 - puhallusvilla
 - levyvilla
 - ilmansulku
 - alakattorakenteet

U-arvo 0,067 W/m2k

- US
- sisäverhous
 - ilmansulku
 - pystyrunko k600 ja villa
 - tuulensuojalevy
 - ristikoolaus
 - ulkeverhous

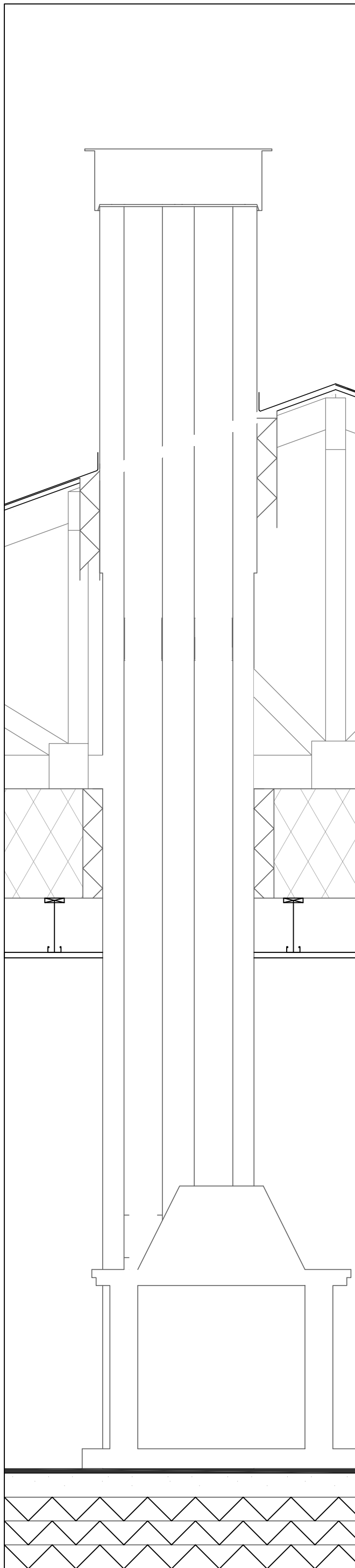
U-arvo 0,096 W/m2k

- AP
- pintamateriaali
 - betonilaatta
 - suodatinkangas
 - eriste
 - salaojituskerros
 - perusmaa

U-arvo 0,08W/m2k

- Solukumikaista
- harkkomuuraus
- antura
- patolevy

1:50



Kaikki piiloon
ullakkotilaan
jäävät
savuhormin pinat
rapataan 10mm
tai slammataan
3-5mm

Palamaton
mineraalivilla
hormin ympärille
lävistyskohdissa
vähintään 100mm

Vähimmäisetäisyydet hormin sisapinnasta:
- avoimeen huonetilaan 110 mm
- vaatehuoneeseen 170 mm
- palava-aineiseen rakennusosaan 230 mm

TONTTI 3:193	PIIRUSTUSLAJI LUPAPIIRUSTUS
RAKENNUSTOIMENPIDE UUDISRAKENNUS	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ 1 KRS MITTAKAAVA 1:100
SUUNNITTELIJA	SUUNNITTELUALA
NIKO KÄRKKÄINEN	ARK

Rakennekerros	sisäilma	Fermacell kuitukipsilevy	höyrynsulku	Paroc puhallusvilla + puu	Tuulileijona	Ilmarako	Ulkoverhous paneeli	ulkoilma	U-arvo
Kerrospaksuus	vakio	0,0125	vakio	0,3	0,012	0,05	0,028	vakio	
Lämmönjotavuus	0,13	0,316	0,34	0,036	0,049	0,025	0,14	0,04	0,088278486

Rakennekerros	sisäilma	Fermacell kuitukipsilevy	höyrynsulku	Isover puhallusvilla + puu	Tuulileijona	Ilmarako	Ulkoverhous paneeli	ulkoilma	U-arvo
Kerrospaksuus	vakio	0,0125	vakio	0,3	0,012	0,05	0,028	vakio	
Lämmönjotavuus	0,13	0,316	0,34	0,036	0,049	0,025	0,14	0,04	0,088278486

Rakennekerros	sisäilma	Fermacell kuitukipsilevy	Eko X5	Eko puhallusvilla + puu	Tuulileijona	Ilmarako	Ulkoverhous paneeli	ulkoilma	U-arvo
Kerrospaksuus (m)	vakio	0,0125	vakio	0,3	0,012	0,05	0,028	vakio	
Lämmönjotavuus	0,13	0,316	ei vaikuta	0,04	0,049	0,025	0,14	0,04	0,098478944

sisäilma	Mäntypaneeli	Eko X5	Rakolauditus	Eko puhallusvilla	Ilmatila	ulkoilma	U-arvo
vakio	0,015	vakio	0,55	vakio	vakio		
0,1	0,14	ei vaikuta	0,17	0,039	0,3	0,04	0,067477718

Lämmitystapojen vertailulaskuri

Tällä laskurilla voit vertailla pientalon lämmitysvaihtoehtojen kustannuksia. Laskuria voidaan käyttää sekä uusille että vanhoille taloille.

Laskuri soveltuu vain pientaloille: laskurin ohjearvot vastaavat pientaloja ja esitetyt arvot ovat uuden pientalon tyypillisiä arvoja. Kaikki ilmoitetut hinnat sisältävät niihin liittyvät verot.

Voit muuttaa vihreiden kenttien arvoja. Hyödyllistä lisätietoa saat klikkaamalla kenttiä, joiden vieressä on (i)-merkki. Laskurin tulokset ovat suuntaa-antavia.

[Lisätietoja laskurista \(Motiva.fi\)](#)



Voit valita enintään 8 lämmitystapaa kerrallaan vertailuun. Valittuna 5.

Valitse päälämmitystapa

Puupelletti	<input checked="" type="checkbox"/>
Kaukolämpö	<input type="checkbox"/>
Maalämpö	<input checked="" type="checkbox"/>
Ulkoilma-vesilämpöpumppu ja sähkö	<input checked="" type="checkbox"/>
Poistoilma-lämpöpumppu ja sähkö	<input checked="" type="checkbox"/>
Ulkoilma-vesilämpöpumppu ja öljy	<input type="checkbox"/>
Sähkölämmitys	<input checked="" type="checkbox"/>
Öljy	<input type="checkbox"/>

Valitse tukilämmitys

Tulisija	<input type="checkbox"/>		
Tulisija	<input type="checkbox"/>		
Tulisija	<input type="checkbox"/>		
Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
Tulisija	<input type="checkbox"/>	Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
		Tulisija ja ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>
		Tulisija ja ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/>

Aurinkolämpö	<input type="checkbox"/>
Aurinkolämpö	<input type="checkbox"/>

Haluan määrittää lämmitysenergian kulutustiedot: ☒ Rakennuksen tiedoilla ☐ Antamalla vuosikulutuksen

1. Rakennuksen tiedot

Rakennuksen pinta-ala	<input type="text" value="170"/> m ²
Huonekorkeus (m)	<input type="text" value="2.7"/> m
Asukasmäärä	<input type="text" value="5"/>
Rakennuksen energiatehokkuus tai ikä	<input type="text" value="Passiivitalo"/>
Rakennuksen sijainti	<input type="text" value="III Maan keskiosat"/>

Lämmitysenergian tarve vuodessa

Käyttöveden lämmitysenergia	<input type="text" value="5000"/> kWh/a
Lämmitysenergian kokonaistarve vuodessa	<input type="text" value="9590"/> kWh/a

Voit tarkentaa laskelmaa jos esimerkiksi investointikustannus tai järjestelmän hyötysuhde ovat tarkemmin tiedossa.

3. Lämmitystapojen tiedot

	Puupelletti	Maalämpö	Sähkölämmitys
Vuoshiyötysuhde	<input type="text" value="77"/> %	<input type="text" value="2.9"/> SPF	<input type="text" value="99"/> %
Investointikustannus (€)	<input type="text" value="12000"/> €	<input type="text" value="15000"/> €	<input type="text" value="4000"/> €
Avustukset ja tuet	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €
Lopullinen investointikustannus	<input type="text" value="12000"/> €	<input type="text" value="15000"/> €	<input type="text" value="4000"/> €

Poistoilmalämpöpumput (PLP)

Lämpöpumpun lämpökerroin

Poistoilma-lämpöpumppu ja sähkö

SPF

Osuus lämmitysenergiasta (%)

60

Investointikustannus (€)

10000

€

Avustukset ja tuet

0

€

Lopullinen investointikustannus

10000

€

Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP)

Ulkoilma-vesilämpöpumppu ja sähkö

Lämpöpumpun lämpökerroin

2

 SPF

Osuus lämmitysenergiasta (%)

80

Investointikustannus (€)

10000

€

Avustukset ja tuet

0

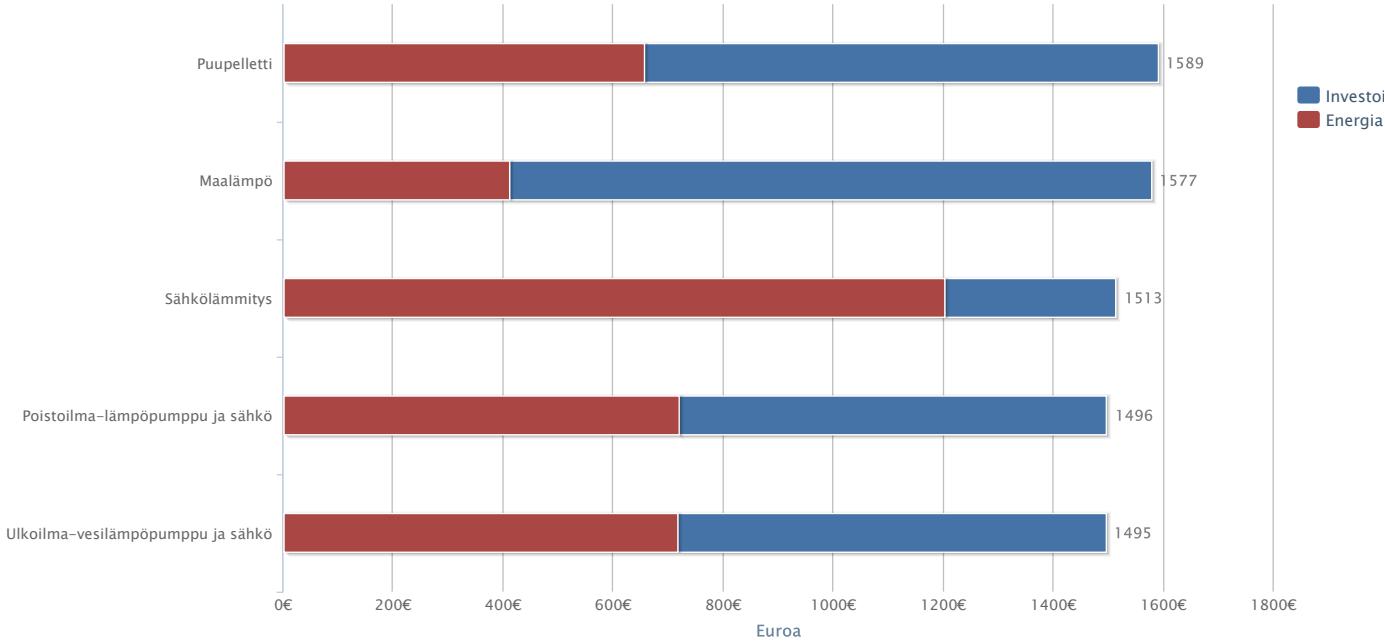
€

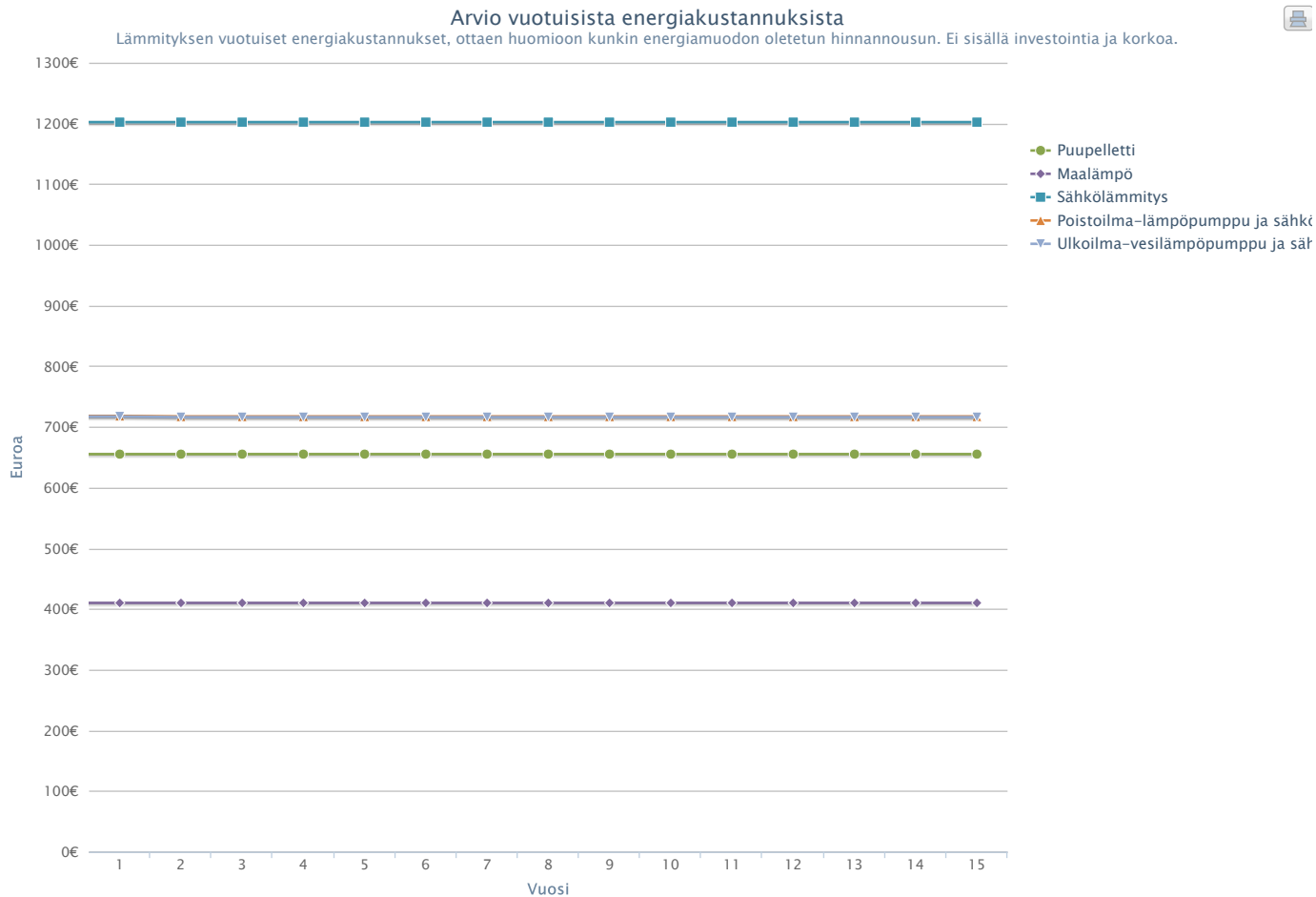
Lopullinen investointikustannus

10000

€

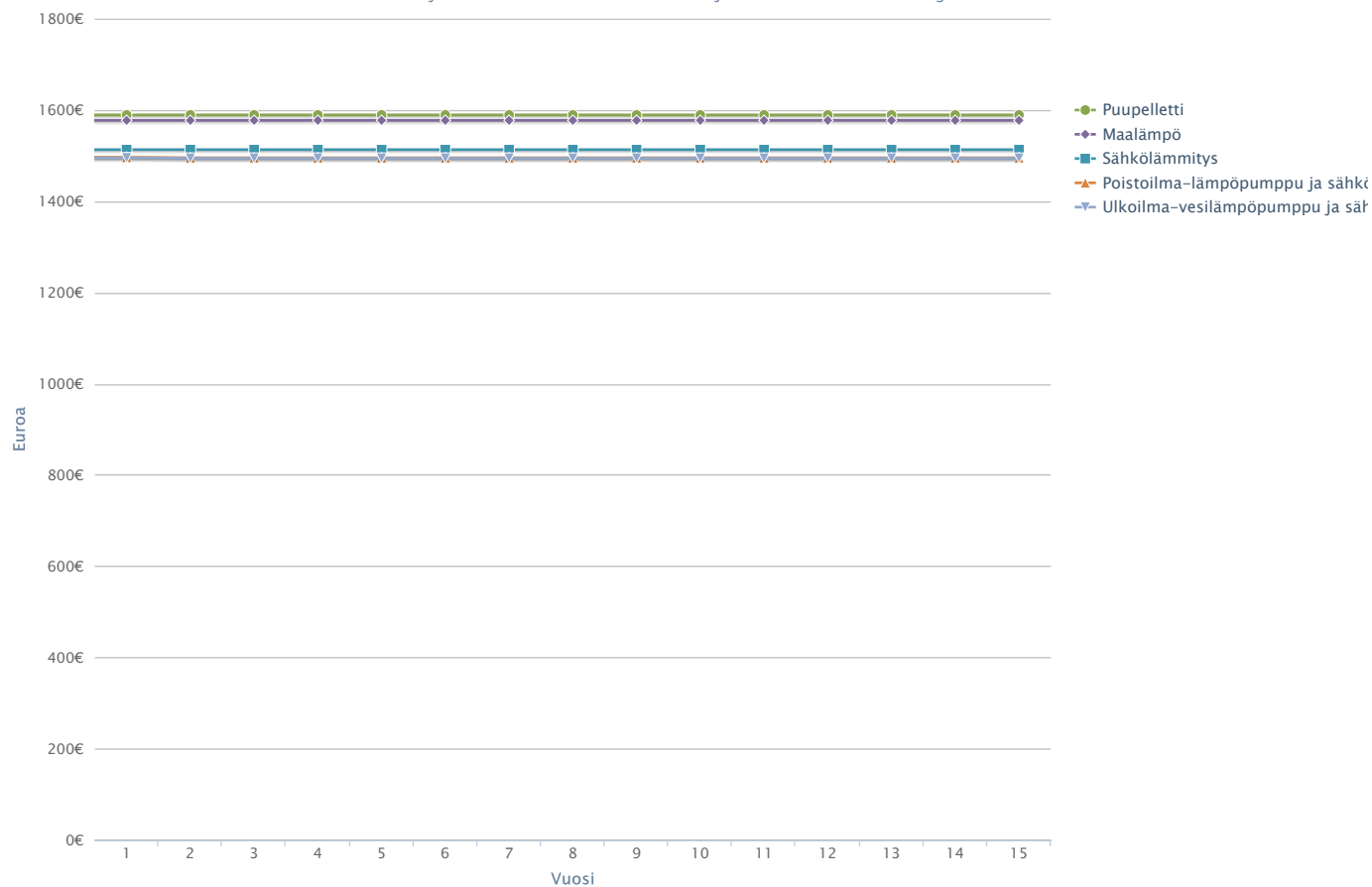
Vuotuiset kokonaiskustannukset
Vuotuinen investointi, korko ja energiakustannus yhteensä.



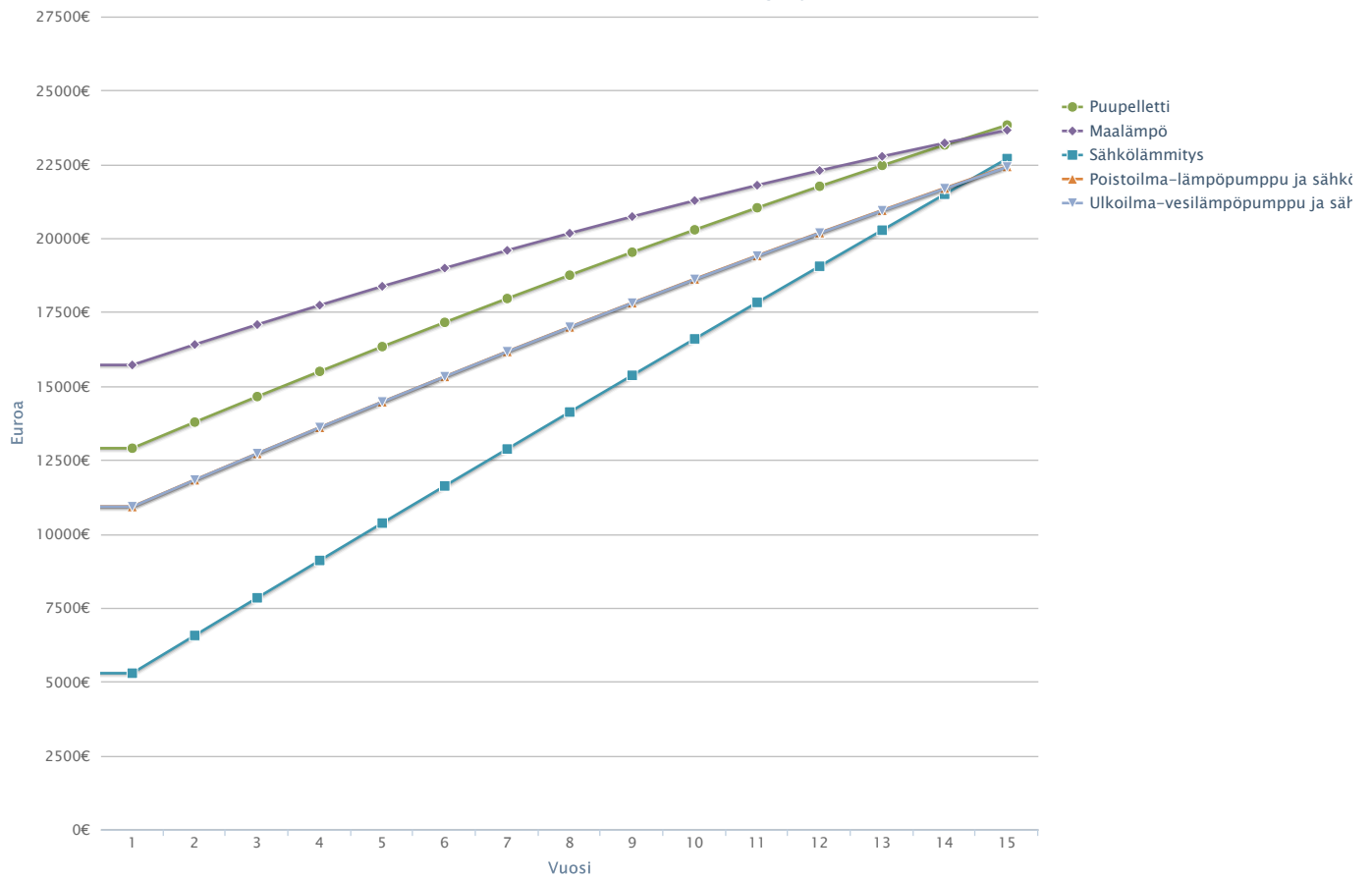


Arvio vuotuisista kokonaiskustannuksista

Sisältää laskenta-ajalle lasketun vuotuisen investoinnin ja koron sekä vuotuiset energiakustannukset.



Arvio kumulatiivisista kokonaiskustannuksista
Sisältää investointikustannuksen sekä vuotuiset energia- ja korkokustannukset.



Rakennuksen tiedot

Lämmitetty nettoala	170	m ²
Rakennuksen ominaislämpöohäviö	100	W/K
Mitoitettava ulkolämpötila	-26	C
Sisälämpötila	21	C
Tuloilman lämpötila	17	C
Sisäilman suhteellinen kosteus	30 %	
		D3 mukaisesti lasketut ohjeelliset arvot alla
Tuloilmavirta	53	l/s
Poistoilmavirta	53	l/s
		<= 68 l/s
		<= 76 l/s
* jos vain F750 asennetaan tulo- ja poistoilmavirrät ovat yhtä suuret		
Suunniteltu kanavapaine (tulo)	100	Pa
Suunniteltu kanavapaine (poisto)	100	Pa
Lämmitysraja	12	C

Lämpökuormat	* talukossa RakMK D3 taulukon 3 arvot pientaloille				
	W/m2	Käyttöaika -	Käyttöaika		
			h/24h	d/7d	kWh/m2/a
Valaistus	8	0,10	24	7	7
Ihmiset	2	0,60	24	7	11
Kuluttajalaitteet	3	0,60	24	7	16

Nettoenergian tarve käyttöveden lämmitykseen	35	kWh/m2
Nettoenergian tarve käyttöveden lämmitykseen	5 950	kWh/a
Tuloilmamoduuli SAM 40	1	
	Tulo	Poisto
Puhallinnopeus	70 %	60 %
Tuotettu paine	108	116 Pa
Puhallinteho	51	37 W
Ilmanvaihdon SFP-luku	1,49	

Rakennuksen energian kulutus	22 600	kWh
Poistoilmasta talteenotettava energia	14 572	kWh
Kompressorin sähkön kulutus	6 105	kWh
Lämpöpumpun tuottama lämpöenergia	20 677	kWh
Lisälämmön energian kulutus	1 924	kWh
Lämpöpumpun sähkönkulutus (sis. Apulaitteet)	7 018	kWh
NIBE F750 SPF-luku (vuosilämpökerroin)	2,95	
Jäteilman keskilämpötila	-6,62	C
Tuotto-osuus energian tarpeesta	0,91	

Ulkoilman lämpötila		Rakennuksen tehon tarve			Rakennuksen energian tarve					NIBE F750 teho				NIBE F750 energia						Tilivälistä kosteudesta saava energia (ei huomioida SPF)		Sulatusjaksojen häviöt	
		Lämpöhäviöt	Tulo- / korvausilma	Tulo- / korvausilman lämpeneminen tilassa	Tilojen lämmitys	Tulo- / korvausilma	Käyttöveden lämmitys	Lämpöuromat (huomioon vain lämmityksessä)	Lämmityksen energian kulutus yhteensä	Kompressorin taajuus	LP lämpövoisteho (höyrytyn)	LP sähköteho (kompressorin)	LP lämmitysteho	Kompressorin käyttöaika	Jälkellman lämpötila	Poistilmaasta talteenotettu energia (ilman jäähtymisen)	Kompressorin kulutama sähkö	Lisälämpö (vastus)	Puhalttimien sähköenergia				
C	h	kW	kW	kW	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	Hz	kW	kW	kW	h	C	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh		
-35	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	18	9	22	1	0	4	4	
-34	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	48	23	56	2	0	11	10	
-33	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	58	28	65	2	0	14	12	
-32	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	53	26	56	2	0	12	11	
-31	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	76	37	74	3	1	18	16	
-30	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	139	68	127	5	1	32	29	
-29	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	210	102	179	7	2	49	43	
-28	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	160	77	125	6	1	37	33	
-27	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	183	88	132	6	1	43	38	
-26	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	132	64	86	5	1	31	27	
-25	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	124	60	73	4	1	29	26	
-24	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	124	60	65	4	1	29	26	
-23	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	193	93	89	7	2	45	40	
-22	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-15	314	152	125	11	2	73	65	
-21	7	4,20	2,42	0,25	31	17	4	4	48	111	2,54	1,23	3,76	7	-15	370	179	123	13	3	86	76	
-20	19	4,10	2,35	0,25	83	45	11	11	128	111	2,54	1,23	3,76	19	-15	429	208	115	15	3	100	88	
-19	23	4,00	2,29	0,25	98	53	14	13	151	111	2,54	1,23	3,76	23	-15	441	214	90	15	3	103	91	
-18	21	3,90	2,23	0,25	87	47	12	12	135	111	2,54	1,23	3,76	21	-15	489	237	68	17	4	114	101	
-17	30	3,80	2,16	0,25	122	65	18	17	187	111	2,54	1,23	3,76	30	-15	543	263	41	19	4	126	112	
-16	55	3,70	2,10	0,25	217	115	32	31	335	111	2,54	1,23	3,76	55	-15	597	289	12	21	5	140	123	
-15	83	3,60	2,04	0,25	320	169	49	46	491	111	2,54	1,23	3,76	83	-15	732	348	12	26	6	173	147	
-14	63	3,50	1,97	0,25	237	124	37	35	363	111	2,54	1,23	3,76	63	-15	883	436	25	40	9	227	170	
-13	72	3,40	1,91	0,25	263	137	42	40	403	111	2,54	1,23	3,76	72	-15	983	436	25	40	9	227	170	
-12	52	3,30	1,84	0,25	185	96	31	29	282	111	2,54	1,23	3,76	52	-15	725	313	15	31	7	159	113	
-11	49	3,20	1,78	0,25	169	87	29	27	258	111	2,54	1,23	3,76	49	-15	544	227	15	25	6	117	80	
-10	49	3,10	1,72	0,25	164	84	29	27	250	111	2,54	1,23	3,76	49	-15	559	225	12	26	6	117	76	
-9	76	3,00	1,65	0,25	247	126	45	42	375	111	2,54	1,23	3,76	76	-15	493	192	8	25	6	89	55	
-8	124	2,90	1,59	0,25	391	197	73	69	592	111	2,54	1,23	3,76	124	-15	499	184	13	26	6	84	49	
-7	146	2,80	1,53	0,25	446	223	86	82	673	111	2,54	1,23	3,76	146	-15	441	154	8	25	6	66	36	
-6	169	2,70	1,46	0,25	499	247	99	94	751	111	2,54	1,23	3,76	169	-15	419	136	12	25	6	42	22	
-5	174	2,60	1,40	0,25	497	243	102	97	745	111	2,54	1,23	3,76	174	-15	401	121	9	26	6	29	14	
-4	193	2,50	1,34	0,25	532	258	113	108	795	111	2,54	1,23	3,76	193	-15	375	100	12	26	6	17	7	
-3	214	2,40	1,27	0,25	568	272	126	120	846	111	2,54	1,23	3,76	214	-15	349	82	9	26	6	0	0	
-2	237	2,30	1,21	0,25	605	286	139	132	899	110	2,52	1,22	3,74	237	-15	314	60	65	4	1	0	0	
-1	301	2,20	1,14	0,25	739	345	177	168	1 092	104	2,43	1,16	3,59	301	-13	289	48	12	21	5	0	0	
0	519	2,10	1,08	0,25	1 222	561	305	290	1 798	97	2,33	1,08	3,41	519	-12	1 209	562	28	46	10	279	227	
1	494	2,00	1,02	0,25	1 114	503	290	276	1 631	91	2,24	1,02	3,26	494	-11	1 107	504	20	43	10	257	201	
2	460	1,90	0,95	0,25	991	439	270	257	1 443	84	2,14	0,95	3,08	460	-9	983	436	25	40	9	227	170	
3	354	1,80	0,89	0,25	727	315	208	198	1 053	78	2,05	0,88	2,93	354	-8	725	313	15	31	7	159	113	
4	280	1,70	0,83	0,25	547	232	164	156	787	71	1,94	0,81	2,76	280	-6	544	227	15	25	6	117	80	
5	301	1,60	0,76	0,25	558	230	177	168	797	65	1,86	0,75	2,60	301	-5	559	225	12	26	6	117	76	
6	279	1,50	0,70	0,25	489	195	164	156	693	59	1,77	0,69	2,45	279	-4	493	192	8	25	6	89	55	
7	300	1,40	0,64	0,25	496	191	176	168	696	52	1,66	0,61	2,28	300	-3	499	184	13	26	6	84	49	
8	280	1,30	0,57	0,25	435	160	164	156	604	46	1,58	0,55	2,13	280	-1	441	154	8	25	6	66	36	
9	285	1,20	0,51	0,25	415	145	167	159	568	39	1,47	0,48	1,95	285	0	419	136	12	25	6	42	22	
10	290	1,10	0,45	0,25	393	129	170	162	530	33	1,38	0,42	1,80	290	1	401	121	9	26	6	29	14	
11	293	1,00	0,38	0,25	368	112	172	164	488	26	1,28	0,34	1,62	293	3	375	100	12	26	6	17	7	
12	293	0,90	0,32	0,25	338	93	172	164	440	20	1,19	0,28	1,47	293	4	349	82	9	26	6	0	0	
13	322	0,00	0,00	0,00	0	0	189	180	189	20	1,19	0,28	1,47	129	4	153	36	0	28	2	0	0	
14	297	0,00	0,00	0,00	0	0	174	166	174	20	1,19	0,28	1,47	119	4	141	33	0	26	1	0	0	
15	291	0,00	0,00	0,00	0	0	171	163	171	20	1,19	0,28	1,47	116	4	138	33	0	26	1	0	0	
16	309	0,00	0,00	0,00	0	0	182	173	182	20	1,19	0,28	1,47	123	4	147	35	0	27	2	0	0	
17	209	0,00	0,00	0,00	0	0	123	117	123	20	1,19	0,28	1,47	83	4	99	23	0	18	1	0	0	
18	180	0,00	0,00	0,00	0	0	106	101	106	20	1,19	0,28	1,47	72	4	86	20	0	16	1	0	0	
19	160	0,00	0,00	0,00	0	0	94	89	94	20	1,19	0,28	1,47	64	4	76	18	0	14	1	0	0	
20	142	0,00	0,00	0,00	0	0	83	79	83	20	1,19	0,28	1,47	57	4	68	16	0	12	1	0	0	
21	98	0,00	0,00	0,00	0	0	58	55	58	20	1,19	0,28	1,47	39	4	47	11	0	9	0	0	0	
22	48	0,00	0,00	0,00																			

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	X	
	Päiväys	Tekijä
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	E-lukulaskuri	

☒ Täytä oletusarvot

RAKENNUKSEN TIEDOT

Info

Rakennusluokka	Erilliset pientalot		
Lämmitetty nettopinta-ala, A _{netto}	170	m ²	
Kerroslukumäärä	1	Rakennusvaipan massiivisuus	Kevytrakenteinen

RAKENTEIDEN TIEDOT

Info

	Pinta-ala m ²	U-arvon vertailuarvo W/m ² K	Käytettävä U-arvo W/m ² K	
Ulkoseinät	160,0	0,17	0,10	Ulkoseinän tyyppi Muu seinätyyppi
Yläpohja	170,0	0,09	0,07	
Alapohja	170,0	0,16	0,08	Alapohjan tyyppi Maata vasten
Kattoikkunat	0,0	1,00		
Ulko-ovet	4,0	1,00	1,00	
Ikkunapinta-ala	11 %			Ikkunoiden U-arvo: 0,80
Ikkunat pohjoiseen	6,5	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat itään	0,9	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat etelään	8,4	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat länteen	0,0	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6

RAKENTEIDEN LIITTYMIEN KYLMÄSILTOJEN TIEDOT

Info

	Pituus m	Lisäkonduktanssi W/mK	Huonekorkeus m
Ulkoseinä - Yläpohja	65,4	0,1	2,7
Ulkoseinä - Alapohja	65,4	0,1	
Ulkoseinä - Välipohja	0,0	0,1	
Ulkoseinän ulkonurkka	12,0	0,0	
Ulkoseinän sisänurkka	0,0	0,0	
Ulkoseinä - ikkuna	42,0	0,0	
Ulkoseinä - ovi	15,0	0,0	

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	X	2 / 3
Rakennuskohde	Päiväys	Tekijä
X	X	X
	Sisältö	
	E-lukulaskuri	

ILMANVAIHDON TIEDOT

Info

Koneellinen ilmanvaihto Korkealla hyötysuhteella toimiva ilmanvaihto

IV-koneen LTO:n poistoilman vuosihyötysuhde 0,8

SFP-luku 1,5 kW/(m³/s)

Tuloilman lämpötila jälkilämmityspatterin jälkeen 18,0 °C

Jälkilämmityspatteri Sähkölämmityspatteri

Ilmanvuotoluku (q₅₀) 4 m³/(hm²)

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TIEDOT

Info

Lämmitystapa Poistoilmalämpöpumppu

Tilojen lämmönjakojärjestelmä
Vesikieroinen lattialämmitys 40/30 °C - maata vasten rajoittuvassa rakenteessa

Varaavien tulisijojen määrä 1

Lämpimän käyttöveden varastointi 200 l varaaja, 40 mm eristys

Lämpimän käyttöveden kierto- ja siirtojohdot Kiertojohto - ei tietoa eristystasosta

Käyttöveteen kytkettyjä lämmityslaitteita Ei

(Maalämpöpumppu)

Info Poistoilmalämpöpumppu

Info

Tuotto-osuus 0,0

Info Tuotto-osuus

0,9

Info

SPF-luku (tilat) 0,0

Info SPF-luku

3,0

Info

SPF-luku (käyttövesi) 0,0

Info

Aurinkolämpö (tukemaan käyttöveden lämmitystä) Ei

Aurinkokeräimen pinta-ala 50 m²

Suuntaus etelä/kaakko/lounas

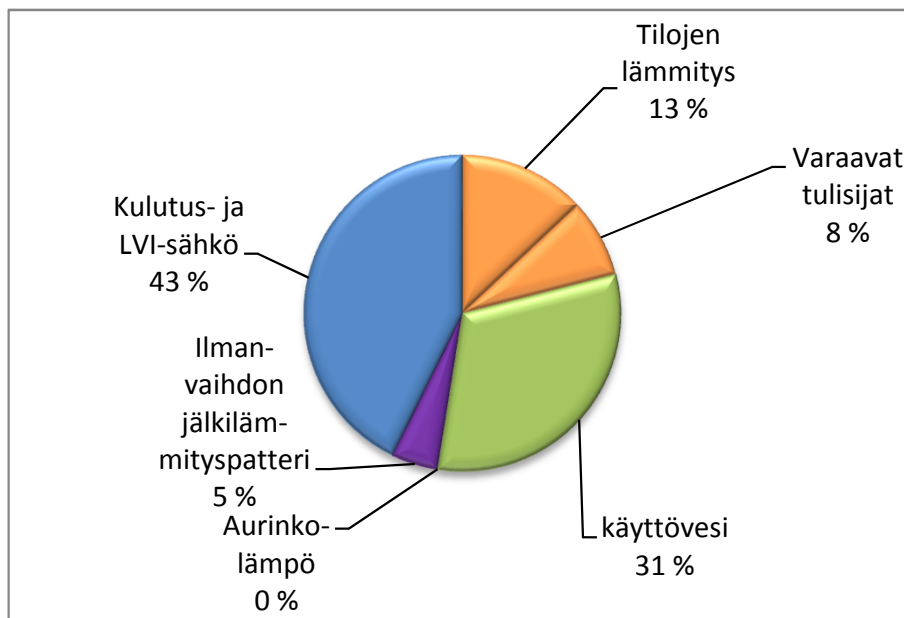
Omavaraissähkö 0 kWh/a

Info

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	X	3 / 3
Rakennuskohde	Päiväys	Tekijä
X	X	X
	Sisältö	
	E-lukulaskuri	

LASKENTATULOKSET VALITUILLA ARVOILLA

Info



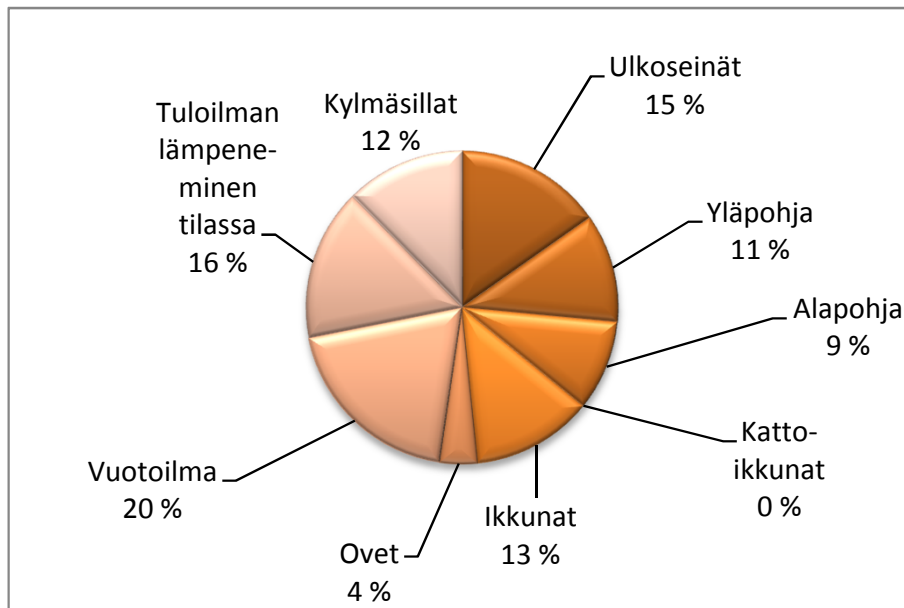
Kuvaaja 1. Energiamuotojen kertoimilla painotettu kokonaisenergiatarve

Laskennassa käytetyt U-arvot, W/m²K

Ulkoseinät	0,10
Yläpohja	0,07
Alapohja	0,08
Kattoikkunat	0,00
Ulko-ovet	1,00

Ikkunat

pohjoneen	0,80
itä	0,80
etelä	0,80
länsi	0,80



Kuvaaja 2. Sisätilojen lämmitystarpeen jakautuminen

Kuvaajan 2 osuuksissa on huomioitu energiamuotojen kertoimien painotukset rakentamismääräysräsäskoelman osan D3-2012 mukaisesti seuraavasti:

1,7 - sähkö

0,7 - kaukolämpö

1,0 - fossiiliset polttoaineet

0,5 - rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet

E-luku valituilla U-arvoilla

E-luku vaatimustaso

E-luku U-arvon vertailuarvoilla

122 kWh/m² a

161 kWh/m² a

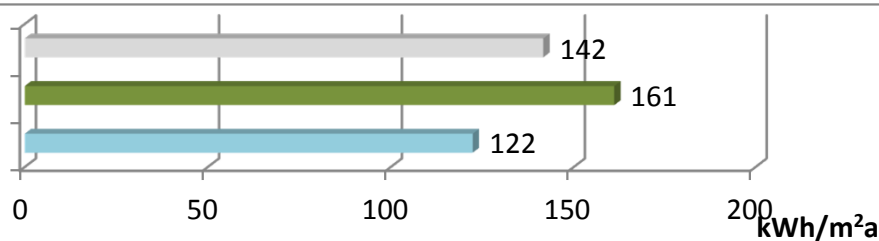
142 kWh/m² a

**TÄYTTÄÄ ENERGIA-
TEHOKKUUS-
VAATIMUKSET**

E-luku U-arvon vertailuarvoilla

E-luku vaatimustaso

E-luku valituilla U-arvoilla



[illegible]

[illegible]

PYSTYRUNKO US	162	m2	€/yksikkö	Yhteensä
Ulkoverhouspaneeli	1	m2	29,94	4850,28
Ristikoolaus k600	580	jm	0,47	272,6
Tuulensuojalevy	1	m2	2,5	1450
Runkorolpat 48 x 198 k600	95	kpl	12,88	1223,6
Runkorolpat 48 x 98 k600	95	kpl	8,24	782,8
Eko puhallusvilla	0,3	m3	35,75	1737,45
Eko X5 paperi	1	m2	1,17	189,54
Kuitukipsilevy	1	m2	5,42	878,04
YLÄPOHJA	170	m2		
Eko puhallusvilla	0,55	m3	35,75	3342,625
Eko X5 paperi	1	m2	1,17	198,9
VESIKATTO	260	m2		
Kattoristikko k 900 jv 10 000	20	kpl	139	2780
Bitumihuopa	1	m2	7,49	1947,4
Raakaponttilaudoitus	2600	jm	0,9	2340
Koolaus rima	280	jm	0,47	131,6
Aluskate	1	m2	1,86	483,6
Varusteet	1	erä	2100	2100
VÄLISEINÄT		m2		
Kuitukipsilevy	230	m2	5,42	1246,6
välisenä runko kertopuu	60	kpl	2,33	139,8
ala/yläjuoksu	15	kpl	2,05	30,75
Kevytbetoniharkko	25	m2	20,4	510
Kevytbetoniharkkoseinä muu	0,8	tth	49,67	993,4
	lattia	seinät		
MÄRKÄTILAT	13,83	44,55		
Lattiatasoitteet	7,5	kg/m2	0,9	93,3525
Lattiatasoitetyöt	0,37	tthm2	49,67	254,166357
Lattia Vedeneristys	1,5	kg/m2	6,66	138,1617
Lattian Vedeneristys	0,123	tth/m2	49,67	84,4931403
Seinän vedeneristys	1,5	kg/m2	6,66	445,0545
Seinän vedeneristys	0,123	tth/m2	49,67	272,1742155
Laatoituslaasti lattia	3,5	kg/m2	9,457	457,766085
Laatat lattia	1	€/m2	16,4	226,812
Laatoitus työ lattia	1,13	tth/m2	49,67	776,237793
Laatat seinä	1	€/m2	18,92	842,886
Laatoituslaasti seinä	3,5	kg/m2	9,457	1474,582725
Laatoitus työ seinä	0,41	tth/m2	49,67	907,247385
				33601,9194
	Paritalo			
PYSTYRUNKO US	300	m2	€/yksikkö	Yhteensä
Ulkoverhouspaneeli	1	m2	29,94	8982
Ristikoolaus k600	650	jm	0,47	305,5
Tuulensuojalevy	1	m2	2,5	1625
Runkorolpat 48 x 198 k600	150	kpl	12,88	1932
Runkorolpat 48 x 98 k600	150	kpl	8,24	1236
Eko puhallusvilla	0,3	m3	35,75	3217,5
Eko X5 paperi	1	m2	1,17	351
Kuitukipsilevy	1	m2	5,42	1626

YLÄPOHJA	350	m2		
Eko puhallusvilla	0,55	m3	35,75	6881,875
Eko X5 paperi	1	m2	1,17	409,5
VESIKATTO	462	m2		
Kattoristikko k 900 jv 10 000	35	kpl	139	4865
Bitumihuopa	1	m2	7,49	3460,38
Raakaponttilaudoitus	4620	jm	0,9	4158
Koolaus rima	539	jm	0,47	253,33
Aluskate	1	m2	1,86	859,32
Varusteet	1	erä	2100	2100
VÄLISEINÄT		m2		
Kuitukipsilevy	290	m2	5,42	1571,8
välisenä runko kertopuu	90	kpl	2,33	209,7
ala/yläjuoksu	15	kpl	2,05	30,75
Kevytbetoniharkko	120	m2	20,4	2448
Kevytbetoniharkkoseinä muu	0,8	tth	49,67	4768,32
	lattia	seinät		
MÄRKÄTILAT	27,78	115		
Lattiatasoitteet	7,5	kg/m2	0,9	187,515
Lattiatasoitetyöt	0,37	tthm2	49,67	510,538062
Lattia Vedeneristys	1,5	kg/m2	6,66	277,5222
Lattian Vedeneristys	0,123	tth/m2	49,67	169,7194098
Seinän vedeneristys	1,5	kg/m2	6,66	1148,85
Seinän vedeneristys	0,123	tth/m2	49,67	702,58215
Laatoituslaasti lattia	3,5	kg/m2	9,457	919,50411
Laatat lattia	1	€/m2	16,4	455,592
Laatoitus työ lattia	1,13	tth/m2	49,67	1559,210838
Laatat seinä	1	€/m2	18,92	2175,8
Laatoituslaasti seinä	3,5	kg/m2	9,457	3806,4425
Laatoitus työ seinä	0,41	tth/m2	49,67	2341,9405
				65546,19177

			€/yksikkö	Yhteensä
Putki	170	brm2		
Ulkopuoliset viemärit ja kaivot	1	erä	3000	3000
Asennus	22	tth	40,49	890,78
Pohjaviemäri Materiaalit	1	brm2	3,13	532,1
Vesijohdot Materiaalit	1	brm2	3,64	618,8
Viemärit Materiaalit	1	brm2	3,42	581,4
Eristys Materiaalit	1	brm2	0,88	149,6
Asennus	0,82	tth/brm2	40,49	5644,306
Vesi ja viemäri kalusteet Materiaalit	1	brm2	14,56	2475,2
Asennus	0,12	tth/brm2	40,49	825,996
IV Materiaalit	1	brm2	36,79	6254,3
Asennus	0,39	tth/brm2	40,49	2684,487
Sähkö Materiaalit	1	brm2	36,39	6186,3
Sähkö Asennus	0,75	tth/brm2	40,49	5162,475
				35005,744
	Paritalo		€/yksikkö	Yhteensä
Putki	350	brm2		
Ulkopuoliset viemärit ja kaivot	1	erä	3000	3000
Asennus	40	tth	40,49	1619,6
Pohjaviemäri Materiaalit	1	brm2	3,13	1095,5
Vesijohdot Materiaalit	1	brm2	3,64	1274
Viemärit Materiaalit	1	brm2	3,42	1197
Eristys Materiaalit	1	brm2	0,88	308
Asennus	0,82	tth/brm2	40,49	11620,63
Vesi ja viemäri kalusteet Materiaalit	1	brm2	14,56	5096
Asennus	0,12	tth/brm2	40,49	1700,58
IV Materiaalit	1	brm2	36,79	12876,5
Asennus	0,39	tth/brm2	40,49	5526,885
Sähkö Materiaalit	1	brm2	36,39	12736,5
Sähkö Asennus	0,75	tth/brm2	40,49	10628,625
				68679,82

	Menekki	Yksikkö	€/Yksikkö	Yhteensä
Hormi	8	jm	270	2160
Hormiliitokset	1	erä	300	300
Hormi muuraus	2,19	tth/jm	49,67	870,2184
Takka	1	erä	3200	3200
Parketti	56	m2	42	2352
Listoitus	120	jm	0,98	117,6
OH + K laatat	92	m2	32,62	3001,04
Kalusteet	1	erä	12681	12681
Porakaivo	1	erä	9000	9000
Harmaat vedet	1	erä	8149	8149
Aurinkopaneelit	1	erä	11500	11500
Poistoilmalämpöpumppu	1	erä	8755	8755
Ikkunat perus	6	kpl	315	1890
OH ikkunat	2	kpl	285	570
Ulko-ovet	3	kpl	868	2604
Sisäovet	7	kpl	169	1183
Saunan ovi	1	kpl	132	132
				68464,8584

	Paritalo			
	Menekki	Yksikkö	€/Yksikkö	Yhteensä
Hormi	16	jm	270	4320
Hormiliitokset	2	erä	300	600
Hormi muuraus	2,19	tth/jm	49,67	1740,4368
Takka	2	erä	3200	6400
Parketti	90	m2	42	3780
Listoitus	120	jm	0,98	117,6
OH + K laatat	150	m2	32,62	4893
Kalusteet	2	erä	12681	25362
Porakaivo	2	erä	9000	18000
Harmaat vedet	2	erä	8149	16298
Aurinkopaneelit	2	erä	11500	23000
Poistoilmalämpöpumppu	2	erä	8755	17510
Ikkunat perus	6	kpl	315	1890
OH ikkunat	4	kpl	285	1140
Ulko-ovet	4	kpl	868	3472
Sisäovet	10	kpl	169	1690
Saunan ovi	2	kpl	132	264
				130477,0368

	Omakotitalo	Paritalo
Suunnittelu ja yleiskustannukset	33540	33540
Maa ja Perustus	30700	52450
Runko	32650	65550
LVIS	35100	68700
MUUT	67800	130500
	199790	350740
Hukka ja vaikeuserroin	1,3	1,3
Loppukustannukset	259727	455962
Lainasumma	260000	460000
Takaisimaksu aika vuosina	30	30
Lainan lyhennys erä kk	994	1758
Mahdollinen vuokra tulo kk	1450	2600
Lainan maksu vuodessa	11928	21096
Vuokratulot vuodessa	17400	31200
Verot vuodessa	5220	9360
Netto tulot vuodessa	12180	21840
Tuotto vuodessa	252	744
Tuotto kk	21	62